



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**CRUTONES A BASE DE HARINA DE TRIGO Y  
CENTENO, ADICIONADO CON JENGIBRE  
(*Zingiber officinale*)**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTAN:**

**MÁRQUEZ LÓPEZ JESSICA NAYELI  
OSORIO SÁNCHEZ ARACELI**

**ASESORA:**

**M. EN C. SANDRA MARGARITA RUEDA ENRÍQUEZ**

**COASESOR:**

**DR. ENRIQUE MARTÍNEZ-MANRIQUE**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres porque gracias al apoyo incondicional que me han dado desde siempre y a la confianza que dedicaron en mí es que he podido concluir esta parte de mi vida, por eso y más les estoy agradecida.

A mi hermana por sus consejos, sus enseñanzas y por siempre ayudarme en cada uno de mis proyectos, pero sobre todo por ser mi modelo a seguir.

A mis maestros por ser mi guía durante mi trayectoria académica, por dejarme esas tareas y exámenes que me provocaban desvelos y que ahora agradezco por todos los conocimientos que ahora tengo y que me han servido para concluir este trabajo.

Pero sobre todo a la UNAM por darme la oportunidad de ser parte de esta gran institución y poder cumplir este sueño.



JESSICA NAYELI

## AGRADECIMIENTOS

El camino que todo estudiante universitario tiene que pasar es arduo, lleno de grandes emociones y de conocimientos, los cuales se van aprendiendo de las personas que se cruzan en el camino.

Agradezco a la UNAM por brindarme la oportunidad de ser parte de una gran familia académica y sobre todo el que imparta en la FES Cuautitlán la carrera de Ingeniería en Alimentos.

Afortunadamente puedo decir que durante mi carrera universitaria, encontré a grandes amistades que me brindaron su apoyo, tanto académico como sentimental, convirtiéndose así en una parte importante en mi vida que jamás olvidare.

o quisiera dar nombres en específico pues no podría alguno, sin embargo sé que cada uno de ellos sabe a quién me refiero.

los cuales me enriquecieron con sus conocimientos y experiencia, pues me impulsaban a tener sed de entos y a no conformarme con lo que ellos pudiesen arme, ya que todavía me queda un gran camino por recorrer.



## AGRADECIMIENTOS

Hay grandes milagros y bendiciones, que nos rodean día a día y una de ellas, la más importante, es estar con vida y disfrutar de grandes momentos acompañados de los seres que más amamos.

A mi familia, tíos, tías, primos y abuelos, que me apoyaron a lo largo de mi formación académica, que me alentaron a ser una mejor persona, así también a aquellos que no pensaron que llegaría tan lejos, pues todo eso me ayudó a ser lo que soy ahora y a ponerme más retos.

Sobre todo agradezco a la persona más bella en mi mundo y quien con ella empezó toda esta historia, mi mamá, que a pesar de todo me apoyo, me alentó y sobre todo me dio su gran amor incondicional. Ella que me enseñó a trabajar duro por lo que se quiere en la vida, a levantarse y aprender de los errores, a ella le estoy y le estaré infinitamente agradecida.



*7% de los esfuerzos generan el 80% de los resultados”*

*(Vilfredo Pareto)*

**ARACELI**



## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.....	4
1.1 Cereales.....	4
1.1.1 Morfología y estructura.....	4
1.1.2 Constituyentes químicos.....	7
1.1.3 Producción de cereales en México.....	9
1.2 Trigo.....	10
1.2.1 Características generales.....	10
1.2.2 Producción nacional.....	10
1.3 Centeno.....	11
1.3.1 Características generales.....	12
1.3.2 Producción nacional.....	12
1.4 Jengibre.....	12
1.4.1 Características generales.....	13
1.4.2 Producción nacional.....	14
1.5 Importancia de la utilización de jengibre y centeno.....	14
1.6 Crutones.....	15
1.6.1 Definición.....	15
1.7 Desarrollo de productos.....	15
1.7.1 Metodología.....	16
1.8 Alimentos funcionales.....	18
1.8.1 Áreas de aplicación.....	18
1.9 Análisis sensorial.....	19
1.9.1 Los sentidos.....	20
1.9.2 Pruebas sensoriales.....	21
1.9.3 Instalaciones para pruebas sensoriales.....	23
1.9.4 Orientación a los panelistas.....	25
1.9.5 Reducción de errores.....	25
1.10 Envase.....	26
1.10.1 Tipos de envase.....	26
1.10.2 Funciones del envase.....	27
1.10.3 Propiedades del envase.....	28
1.11 Etiquetado.....	28
1.12 Vida útil.....	28
1.12.1 Estudios de vida útil.....	29
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	32
2.1 Objetivos.....	32
2.1.1 General.....	32
2.1.2 Particulares.....	32



2.2 Cuadro metodológico.....	33
2.3 Materiales y métodos.....	34
2.3.1 Actividades preliminares.....	34
2.3.2 Objetivo Particular 1: Estudio de mercado.....	40
2.3.3 Objetivo Particular 2: Elaboración y evaluación sensorial de prototipos .....	42
2.3.4 Objetivo particular 3: Análisis al prototipo seleccionado.....	48
2.3.5 Objetivo Particular 4: Envase y etiquetado.....	50
2.3.6 Objetivo particular 5: Propuesta de estimación de vida útil .....	51
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>53</b>
3.1 Actividades preliminares.....	53
3.1.1 Curva patrón de ácido gálico.....	53
3.1.2 Determinaciones al jengibre fresco.....	54
3.1.3 Condiciones de temperatura de secado del jengibre.....	54
3.1.4 Elaboración del polvo de jengibre.....	56
3.1.5 Elaboración de prototipos.....	56
3.2 Estudio de mercado.....	58
3.3 Evaluación sensorial.....	62
3.4 Análisis al prototipo.....	64
3.4.1 Pruebas químicas.....	64
3.4.2 Pruebas microbiológicas.....	65
3.5 Envase y etiquetado.....	66
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>74</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Función de las estructuras anatómicas de los cereales con sus principales componentes.....	5
Tabla 2.	Proporción de las partes anatómicas de los principales cereales.....	6
Tabla 3.	Composición química proximal de los cereales.....	8
Tabla 4.	Producción de cereales en México entre el año 2010 y 2014....	9
Tabla 5.	Producción de trigo en México durante Agosto de 2017.....	11
Tabla 6.	Importaciones, exportaciones y producción de jengibre en México.....	14
Tabla 7.	Fuentes donde se pueden obtener ideas.....	16
Tabla 8.	Criterios para la selección de ideas.....	16
Tabla 9.	Datos para la elaboración de la curva patrón de ácido gálico....	34
Tabla 10.	Cuadro de variables.....	39
Tabla 11.	Primera formulación para la elaboración del pan.....	40
Tabla 12.	Segunda formulación para la elaboración del pan.....	40
Tabla 13.	Primera formulación para la corteza de los crutones.....	40
Tabla 14.	Segunda formulación para la corteza de los crutones.....	40
Tabla 15.	Diseño factorial fraccionado.....	42
Tabla 16.	Códigos para cada prototipo.....	46
Tabla 17.	Tabla comparativa de los resultados obtenidos del jengibre con datos bibliográficos.....	54
Tabla 18.	Cantidad de antioxidantes presentes en el polvo de jengibre a tres diferentes temperaturas.....	56
Tabla 19.	Porcentaje de cascará que se pierde después del pelado del jengibre.....	56
Tabla 20.	Rendimiento para la elaboración del polvo de jengibre.....	56
Tabla 21.	Observaciones de los niveles de variación.....	57
Tabla 22.	Cuadro de variables final.....	58
Tabla 23.	Tabla comparativa de las medias de las muestras.....	64
Tabla 24.	Medias de la prueba de ordenamiento.....	64
Tabla 25.	Tabla comparativa de los componentes químicos del producto contra un producto comercial.....	64



Tabla 26.	Tabla comparativa de los resultados obtenidos de las pruebas microbiológicas.....	65
Tabla 27.	Características del envase.....	66
Tabla 28.	Contenido energético.....	68



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura de un grano de cereal.....	4
Figura 2.	Planta de jengibre.....	12
Figura 3.	Rizoma del jengibre.....	13
Figura 4.	Detección de sabores en la lengua.....	20
Figura 5.	Maduración del plátano.....	21
Figura 6.	Clasificación de los métodos de evaluación sensorial.....	22
Figura 7.	Cabinas de degustación.....	24
Figura 8.	Diagrama de proceso para la elaboración del jengibre en polvo.	36
Figura 9.	Encuesta de estudio de mercado.....	41
Figura 10.	Mezclado de los ingredientes.....	42
Figura 11.	Diagrama de proceso para la elaboración de crutones.....	43
Figura 12.	Barnizado de los crutones.....	44
Figura 13.	Cuestionario de evaluación sensorial de los crutones.....	47
Figura 14.	Preparación de cultivos.....	49
Figura 15.	Curva patrón de ácido gálico.....	53
Figura 16.	Pérdida de humedad del rizoma de jengibre.....	55
Figura 17.	Sexo de las personas encuestadas.....	58
Figura 18.	Edad de las personas encuestadas.....	58
Figura 19.	Alimentos en los que consumen crutones.....	59
Figura 20.	Personas que suelen comprar crutones para consumo personal	59
Figura 21.	Decisión de compra de crutones.....	60
Figura 22.	Marcas que usualmente compran.....	60
Figura 23.	Frecuencia de compra.....	61
Figura 24.	Disponibilidad de comprar un producto con centeno.....	61
Figura 25.	Disponibilidad de comprar un producto adicionado con jengibre	61
Figura 26.	Conocimiento de los beneficios del jengibre.....	61
Figura 27.	Disponibilidad de compra de crutones con centeno y jengibre...	62
Figura 28.	Disponibilidad de pago por 150g.....	62
Figura 29.	Análisis de la muestra 786.....	62
Figura 30.	Análisis de la muestra 164.....	62
Figura 31.	Análisis de la muestra 538.....	63



Figura 32. Análisis de la muestra 293.....	63
Figura 33. Bolsa tipo stand up.....	66
Figura 34. Diseño de la bolsa.....	67
Figura 35. Etiqueta de información del producto.....	68
Figura 36. Etiquetado frontal.....	69
Figura 37. Código de barras (Imagen tomada de GS1 México, 2013).....	70
Figura 38. Logotipos adicionales.....	70
Figura 39. Partes y diseño de la bolsa.....	71

## RESUMEN

El jengibre es comúnmente utilizado en varios platillos del continente asiático, como condimento por su peculiar sabor picante y aroma, también es utilizado como planta medicinal pues brinda varios beneficios a la salud, razón por la que el consumo de jengibre se ha ido extendiendo por el mundo. En México el rizoma de jengibre es principalmente consumido en infusiones, cuando en países asiáticos es utilizado en dulces, productos de repostería, sopas, licores y en bebidas carbonatas, por ello el presente trabajo se basó en el desarrollo de un nuevo producto derivado del jengibre como lo son los “crutones” a base de harina de trigo y centeno.

Para el desarrollo de este producto se deben seguir ciertos pasos, por lo que se realizó un estudio de mercado dirigido a 50 personas consumidoras de crutones, con el fin de saber el grado de aceptación del producto, además de conocer las marcas de crutones preferidas por el consumidor en el mercado.

Posteriormente se determinó las condiciones de secado del jengibre para la elaboración del polvo, el cual se incluyó en la formulación del pan como de la corteza, los cuales fueron sometidos a pruebas sensoriales para determinar el mejor prototipo aceptado por los jueces. Una vez elegido el prototipo, se le realizaron pruebas químicas para conocer el porcentaje de humedad, proteína, grasa, fibra cruda, carbohidratos y cenizas por las técnicas; de secado por estufa (NMX-F-294-SCFI-2011), MicroKjeldahl según la AOAC (1998), Soxhlet (NMX-F-615-NORMEX-2004), por diferencia, Kennedy descrito en Less (1982) y Klemm según lo establecido en la AOAC (1998) correspondientes para cada caso, así como la cuantificación de antioxidantes y pruebas microbiológicas de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994), coliformes totales en placa (NOM-113-SSA1-1994) y por último mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994).

Finalmente se seleccionó el envase adecuado para mantener el producto en excelentes condiciones y se diseñó la etiqueta en base a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, así mismo se estableció una propuesta para la estimación de vida útil del producto.

## INTRODUCCIÓN

México ocupa el segundo lugar en obesidad en 2017, esto en gran parte se debe a los malos hábitos alimenticios, que son consecuencia de un ritmo de vida lleno de trabajo y estrés. Por lo que las personas optan por adquirir comida que sea de fácil acceso y sobre todo que no ocupe tanto tiempo para su preparación (Martínez, 2005). Muchos de estos alimentos tienen un elevado contenido de carbohidratos y grasas que en cantidades mayores llegan a afectar al organismo (Martínez, 2013), por lo que es necesario la creación de nuevos productos alimenticios con ingredientes naturales, que además de ser nutritivos, tengan efectos benéficos sobre la salud. Por otra parte, la tendencia de los consumidores por adquirir productos saludables va en aumento, por ello se propone la elaboración de crutones que son consumidos en ensaladas y cremas (sopas), los cuales están adicionados con jengibre y centeno, ya que ambos aportan antioxidantes, además de prolongar la vida de anaquel del producto (Zielinski, 2012), siendo de mayor importancia el jengibre pues es considerado un alimento funcional.

El jengibre es una planta que pertenece a la familia *Zingiberacea* y ha sido extensamente usado como especia y agente saborizante en alimentos por más de 2000 años (Baterley & Jacobs, 2000), el tallo (rizoma) de esta planta, contiene gingeroles y shogaoles que aportan beneficios a la salud, tales como ayudar a la digestión, pues estimulan el flujo de saliva y la secreción de jugos gástricos (Siedentopp, 2008), además el rizoma contiene [6]-Gingerol, el cual se ha encontrado que posee una actividad antioxidante (Shukla & Singh, 2007), similar a los antioxidantes sintéticos TBHQ (Terbutil hidroquinona), BHA (Butil hidroxi-anisol) y BHT (Butil hidroxi-tolueno) en conjunto (Stoilova, Krastanov, Stoyanova, Denev & Garaova, 2007), que son los más utilizados en la industria alimentaria siendo empleados en productos congelados, enlatados y de panadería, entre otros.

Actualmente, casi el 50% de la cosecha mundial de jengibre procede de la India, en México durante el 2010 la producción fue de 500 Ton, mientras que para el año 2014 aumento llegando a 673 Ton (Food and Agriculture Organization [FAO],

2017), y en cuanto al consumo de pan (blanco y dulce) es de 1.5 Kg por persona al mes (Domínguez, 2013).

En la actualidad lo más importante para los consumidores es tener a su mano productos de calidad, así como saludables y lo más natural posible, por ello se pretende que la población mexicana, tenga la posibilidad de encontrar productos derivados de la raíz de jengibre, que como se citó anteriormente, es benéfico para la salud dadas sus propiedades antioxidantes, por lo que para este proyecto se desarrollaron crutones a base de trigo y centeno adicionado con jengibe.

# CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

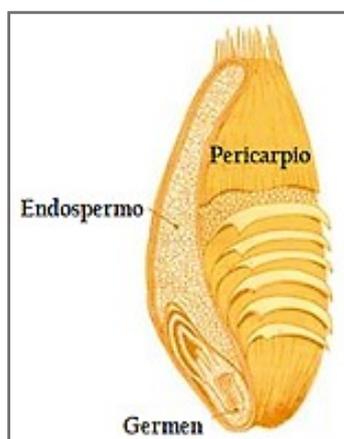
## 1.1. Cereales

Plantas que forman parte de la familia de las “*Gramíneas*”. Estos producen granos de cereal y generan frutos secos con una sola semilla, a este tipo de frutos se le llama “*cariópside*”, vulgarmente denominado como grano. La cariópside está formada por una cubierta o pericarpio que rodea a la semilla, la cual está constituida a su vez por un embrión (germen) y endospermo (Hoseney, 1991).

Las principales especies de cereales son el maíz, el trigo, la avena, el arroz, el centeno, la cebada, el sorgo y el mijo, entre otras. Con los cuales se elaboran distintos productos tales como: aceites, harinas, diferentes productos de panadería, cereales para el desayuno, licores, cerveza, entre otros.

### 1.1.1. Morfología y estructura

El grano o cariópside se subdivide en tres partes fundamentales como se muestra en la Figura 1:



**Figura 1.** Estructura de un grano de cereal (UNAM, 2013).

#### a) Pericarpio

Encierra a la semilla y está compuesto de varias capas de células. Básicamente esta estructura se subdivide en pericarpio, mesocarpio y endocarpio. Sus funciones primordiales son: proteger al grano contra agentes bióticos externos, impedir la pérdida de humedad, conducir y distribuir al agua, y otros nutrientes durante la

germinación. En la mayoría de los cereales comerciales el pericarpio constituye el 5 al 7% del peso del grano (Othón, 2013).

### **b) Endospermo**

Se divide en tres: endospermo periférico, endospermo vítreo y endospermo almidonoso. El primero se caracteriza por su alto contenido proteico y por contener unidades de almidón pequeñas, el segundo entre las células no existen espacios de aire y los gránulos de almidón están bien recubiertos por la matriz proteica, por lo que adquieren formas angulares (poligonales). Esta estructura tiene una apariencia vítrea o traslúcida debido a que la luz no es difractada cuando pasa a través del endospermo (Othón, 2013).

Por último el endospermo almidonoso, se encuentra en la parte más céntrica del grano y las unidades de almidón son de mayor tamaño y menos angulares. La dureza y densidad del grano lo determina la proporción del endospermo vítreo y endospermo almidonoso (Othón, 2013).

### **c) Germen**

Se encuentra adherida al endospermo y sirve como almacén de nutrientes y como puente de comunicación entre el embrión en desarrollo y los nutrientes del endospermo. El germen se caracteriza por carecer de almidón y por su alto contenido de aceite, proteína, azúcares solubles y cenizas. Además es alto en vitaminas B y E, así mismo genera la mayoría de las enzimas para el proceso de germinación.

En la Tabla 1 se muestra un resumen de la función de las estructuras anatómicas de los cereales así como los componentes de cada parte que conforma la cariósida.

**Tabla 1.** Función de las estructuras anatómicas de los cereales con sus principales componentes.

<b>Fracción</b>	<b>Función principal</b>	<b>Composición</b>
Glumas	Protección del grano.	Fibras dietéticas y minerales.
Pericarpio	Protección del grano.	Fibra dietética, minerales proteína y compuestos fenólicos.

Endospermo		
Cubierta de aleurona	Endospermo y fuente de enzimas.	Vitaminas complejo B, minerales, fitatos, aceite y proteína.
Endospermo almidonoso	Segundo tejido de reserva y almacén de nutrientes para germinación.	Almidón y proteína.
Germen		
Embrión	Produce tejido radicular y vegetativo durante la germinación.	Aceite, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales.
Escutelum	Primer tejido de reserva y almacén de nutrientes para el embrión.	Aceite, vitaminas, proteína, minerales y azúcares.

Fuente: (Othón, 2013).

Como se muestra en la Tabla 2 las proporciones de las partes anatómicas de los principales cereales, varía dependiendo del tipo de cereal. Con respecto al contenido de pericarpio el cual está caracterizado por tener un alto contenido de fibra y cenizas, el trigo tiene un 18% menos de pericarpio que el grano de centeno y en cuanto al contenido de endospermo y germen ambos no varían mucho.

**Tabla 2.** Proporción de las partes anatómicas de los principales cereales.

Cereal	Glumas	Pericarpio	Endospermo		Germen
			Aleurona	Endospermo almidonoso	
<b>Trigo</b>	----	<b>8.2</b>	<b>6.7</b>	<b>82.0</b>	<b>3.6</b>
Arroz					
Palay	20.0	[---4.8---		73.0	2.2
Moreno/café	----	[---6.0---		91.2	3.3
Maíz	----	6.0	2.8	78.0	12.0
Cebada					
Revestida	13.0	2.9	4.8	76.2	3.0
Desnuda	----	3.3	5.5	87.6	3.4
Sorgo	----	6.5	[---84.2---		9.4
<b>Centeno</b>	----	<b>[---10.0---</b>		<b>86.5</b>	<b>3.5</b>
Avena					
Entera	25	[---9.0---		63.0	2.8
Desnuda	----	[---12.0---		84.0	3.7

Mijos					
Perla	----	8.4	[---75.1---		16.5
Proso	16	3.0	6.0	70.0	5.0

*Fuente: (Othón, 2013).*

### 1.1.2. Constituyentes químicos

La cantidad y calidad de los nutrientes difieren de los distintos géneros y especies de los cereales y afecta las propiedades nutritivas, culinarias y funcionales. En la Tabla 3 se muestra la composición química proximal de diferentes cereales.

#### a) Hidratos de carbono

El almidón es el hidrato de carbono más importante de todos los cereales, constituyendo aproximadamente el 64% de la materia seca del grano completo de trigo y un 70% de su endospermo. El almidón está formado por dos componentes principales: amilosa (polímero lineal de  $\alpha$ -(1 → 4)glucosa) y amilopectina (estructura ramificada a azar de cadenas  $\alpha$ -(1 → 4)glucosa unidas por ramificaciones  $\alpha$ -(1 → 6)glucosa (Kent, 1987).

La transformación del almidón durante el horneado y envejecimiento del pan determina la estructura y textura del producto final. Durante el horneado se gelifican los gránulos almidón, es decir, se hinchan y solubilizan parcialmente.

Los cereales se consideran como una fuente rica de fibra dietética. Esta fracción rica en carbohidratos insolubles es indigestible por el sistema digestivo humano, por lo que no aporta calorías aprovechables. La importancia de la fibra dietética radica en que actúa como agente terapéutico para el control de peso e hipertensión (Othón, 2013).

#### b) Proteínas

El contenido proteico de los cereales es importante por dos motivos: en primer lugar, la proteína es un nutriente valioso en nuestra dieta, por lo que el tipo y cantidad de proteína es importante desde el punto de vista nutricional; en segundo lugar, desde el punto de vista funcional lo es en la utilización de la harina para productos de panificación (Hoseney, 1991) como lo es el caso de las proteínas del gluten que tienen propiedades elásticas y de esponjamiento de gran valor para la fabricación

de pan y otros productos. También en las proteínas de los cereales se encuentran unos 18 aminoácidos diferentes (Kent, 1987).

### c) Lípidos

Los lípidos de los cereales son glicéridos de ácidos grasos y también contienen fosfolípidos. Ejemplo de ello es la lecitina (Kent, 1987). La fracción lipídica de los cereales es pequeña en comparación con los carbohidratos y proteínas, sin embargo esta porción conformada principalmente por triglicéridos y fosfolípidos, es rica en ácido graso linoleico, el cual es el único ácido graso esencial en la nutrición humana, pues es requerido para la síntesis de las hormonas prostaglandinas (Othón, 2013).

**Tabla 3.** Composición química proximal de los cereales.

Cereal	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)	ELN <sup>b</sup>
<b>Trigo</b>					
Panadero	14.4 11.5-17.0	2.3 1.8-2.8	2.9 2.8-3.0	1.9 1.8-2.0	78.5 75.2-82.1
Suave	9.9 8.0-12.0	2.8 2.6-2.9	2.7 2.5-2.8	1.7 1.8-1.9	82.9 80.4-85.1
Cristalino	13.2 12.0-15.6	2.8 1.8-3.8	2.8 2.4-3.1	2.0 1.8-2.1	79.2 75.4-82.0
<b>Arroz</b>					
Palay	7.5 6.7-9.0	2.4 1.7-2.7	10.2 8.4-12.1	4.7 3.4-6.0	75.2 70.2-79.8
Café	9.2 9.3-10.1	2.5 1.8-3.3	0.9,1.5 0.7-1.2	85.9 1.2-1.8	83.6-88.0
Blanco	7.8 7.3-8.3	0.5 0.3-0.6	0.4 0.2-0.6	0.6 0.3-0.9	90.7 89.6-91.9
<b>Maíz</b>					
Dentado	9.1 8.1-11.5	4.4 3.9-5.8	3.0 2.4-3.5	1.7 1.4-2.0	81.8 77.2-84.2
Cristalino	11.1 9.5-12.8	4.9 4.0-5.8	2.2 1.6-2.8	1.7 1.4-2.0	80.1 76.6-83.5
Palomero	12.1 11.0-13.2	5.2 4.6-5.8	2.3 1.8-2.6	1.8 1.4-1.9	78.6 76.5-81.2
Dulce	13.2 12.1-14.2	4.6 3.7-9.0	2.7 2.2-3.2	2.3 1.9-2.7	77.0 70.9-80.1
Cebada	11.5 7.5-15.6	2.2 1.8-2.6	5.6 5.3-5.9	2.9 2.6-3.1	77.8 72.8-82.8
Centeno	13.4 12.6-14.5	1.8 1.6-2.2	2.1 1.6-2.6	2.0 1.7-2.2	80.7 78.5-82.5

Avena					
Grano entero	17.1 12.4-24.2-4	6.4 4.5-10.3	11.3 10.4-14.3	3.2 2.9-3.4	62.0 47.9-69.8
Desnuda	16.9 13.8-22.5	7.4 5.9-8.4	1.6 1.0-3.3	2.1 1.9-2.4	72.0 63.4-77.4
Sorgo	11.0 7.3-15.6	3.2 0.5-5.2	2.7 1.2-6.6	1.8 1.1-4.5	81.3 68.1-89.9
Triticale	15.2 12.6-17.2	1.9 1.6-2.2	2.2 2.0-2.5	1.9 1.8-2.1	78.6 77.4-80.8
Mijos					
Perla	14.5 8.6-19.4	5.1 1.5-6.8	2.0 1.4-7.3	2.0 1.6-3.6	76.4 62.9-86.9
Dactilar	8.0 6.0-19.4	1.5 1.0-4.6	3.0 2.0-6.8	3.0 2.3-3.9	75.0 78.8-88.7
Proso	11.0 6.4-10.9	3.5 2.9-4.9	9.0 4.6-12.0	3.6 1.4-5.0	72.9 65.3-84.7
Japonés	11.8 11.2-12.7	4.9 2.5-6.3	14.3 13.9-14.7	4.9 4.7-5.0	64.1 61.3-68.0
Italiano o Cola de zorra	11.7 6.0-14.0	3.9 1.2-5.2	7.0 2.6-8.9	3.2 1.5-3.6	74.2 68.3-88.7
Kodo	10.4 6.2-13.1	3.7 3.2-4.9	9.7 8.4-11.0	3.6 3.0-4.1	72.6 66.9-79.2
Teff	10.9 7.9-12.6	2.4 2.3-2.5	2.7 2.4-3.0	2.6 2.2-2.9	81.4 79.0-85.4
Fonio	8.7 5.1-10.4	2.8 2.1-5.2	8.5 4.6-11.3	3.8 1.8-6.0	73.6 62.7-80.0

<sup>a</sup>Todos los valores están expresados en base seca. El número superior indica el valor promedio y el inferior se refiere al intervalo dentro del cual se encuentran generalmente los valores.

<sup>b</sup> Extracto libre de nitrógeno.

Fuente: (Othón, 2013).

### 1.1.3. Producción de cereales en México

La producción de cereales en México, ha ido en aumento a partir de 2012, llegando a aumentar en un poco más de un millón de toneladas para el 2014 donde se obtuvo una producción total 36,526,604 Ton, como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Producción de cereales en México entre el año 2010 y 2014.

Año	Área cosechada (ha)	Rendimiento (hg/ha)	Producción total (Ton)
2010	9,975,949	35,009	34,925,200
2011	8,767,607	32,402	28,408,737

2012	9,734,408	34,531	33,614,212
2013	9,806,389	33,866	33,210,301
2014	10,197,897	38,818	36,526,604

Fuente: FAO (2014).

## 1.2. Trigo

El cultivo del trigo (*Triticum spp.*) se remonta a la antigüedad, cuando su recolección era el factor primordial en la alimentación humana. Se cultivaba particularmente en Persia (Irán), Egipto, Grecia y Europa (Kent, 1987) y es desde la prehistoria el más importante de los cereales, debido a su adaptación a todo tipo de terreno y a diferentes climas (Quaglia, 1991).

### 1.2.1. Características generales

El trigo es muy importante para la dieta alimentaria mundial y uno de los principales granos para la alimentación. La forma de los granos es ovalada con extremos redondeados (Kent, 1987) y su calidad depende de muchos factores, siendo los más importantes: el terreno, el abono y la temperatura (Quaglia, 1991).

Entre las harinas de los cereales, solamente la de trigo tiene la habilidad de formar masa fuertes, cohesivas, capaz de retener gas y dar por cocción un producto esponjoso, esto fundamentalmente a las proteínas del trigo y más concretamente a las proteínas del gluten. Las proteínas del gluten son proteínas de reserva del trigo. Se aíslan con facilidad en estado relativamente puro por ser insolubles en agua (Hoseney, 1991).

### 1.2.2. Producción nacional

Los trigos de invierno se siembran en otoño y exigen un periodo largo de bajas temperaturas. El trigo de verano se siembra en primavera o en otoño, sobre todo en zonas mediterráneas con inviernos suaves.

El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte. En México la producción de trigo se concentra

básicamente en los estados de Sonora, Baja California, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Jalisco como se muestra en Tabla 5.

**Tabla 5.** *Producción de trigo en México durante Agosto de 2017.*

<b>Estado</b>	<b>Área cosechada (ha)</b>	<b>Rendimiento (Ton/ha)</b>	<b>Producción total (Ton)</b>
Baja California	71,573	5.486	392,625
Baja California Sur	3,072	5.750	17,662
Coahuila	7,421	3.682	27,322
Chiapas	24	0.380	9
Chihuahua	18,579	5.132	95,355
Durango	2.688	4.149	11,153
Guanajuato	47,255	6.825	322,512
Hidalgo	519	4.718	2,448
Jalisco	26,409	5.254	138,766
México	37	2.843	105
Michoacán	41,070	5.417	222,472
Nuevo León	25,550	2.063	52,705
Oaxaca	1,242	1.354	1,682
Puebla	150	1.047	157
San Luis Potosí	1	1.100	1
Sinaloa	54,685	4.995	273,125
Sonora	287,917	6.213	1,788,854
Tamaulipas	4,200	0.786	3,300
Veracruz	72	1.610	116
Zacatecas	422	3.152	1,329
<b>Total</b>	<b>592,885</b>	<b>5.653</b>	<b>3,351,699</b>

*Fuente: SIAP (2017).*

### **1.3. Centeno**

El centeno (*Secale cereale*) es un cereal panificable, el segundo en gran importancia después del trigo y el principal cereal panificable en Escandinavia y en los países Europeos de Este. A pesar de ser nutritivo, el pan de centeno es totalmente diferente al pan de trigo en cuanto a la calidad de miga y aspecto atractivo de la pieza (Kent, 1987).

### 1.3.1. Características generales

El grano de centeno tiene estructura parecida a la del trigo, pero su tamaño medio es ligeramente inferior y es más largo en relación con su anchura, que el trigo (Kent, 1987). La composición de aminoácidos de la proteínas del centeno, es ligeramente mejor, desde el punto de vista de la nutrición, que la que presentan la mayoría de los otros cereales, a excepción de la avena (Hoseney, 1991).

La harina de centeno con alta cifra de maltosa (por ejemplo 3.5) y valor bajo en el amilógrafo (350 o menos) es de calidad panadera pobre; las harinas de centeno con un número de calidad inferior a 80, producen piezas con miga pegajosa (Kent, 1987).

### 1.3.2. Producción nacional

El centeno es mayormente utilizado en Europa donde su aprovechamiento es en forma de harina. Se cultiva en suelos ligeramente ácidos dando rendimientos más satisfactorios y se puede mejorar con tratamiento de fertilizantes, también es más resistente en comparación del trigo a las plagas y a las enfermedades, además de resistir mejor el frío.

En el 2014 la producción de centeno fue de 14 Ton FAO (2014), lo cual lo ubica en el último lugar de producción de cereales en México, sin embargo durante el 2013 se importaron 53 Ton de centeno, lo que quiere decir que el centeno es utilizado por industrias mexicanas, para la elaboración de productos.

## 1.4. Jengibre

El jengibre es una planta que pertenece a la familia *Zingiberaceae* y a su tallo se le denomina rizoma (ver Figura 2) el cual contiene gingeroles y shogaoles que aportan beneficios a la salud, como ayudar a la digestión, diabetes y prevenir la formación de coágulos en la sangre (Siedentopp, 2008).



**Figura 2.** Planta de jengibre (Blanco, 1880).

### 1.4.1. Características generales

La planta de jengibre oscila entre 50 y 100 cm de alto, y como se ha mencionado anteriormente el tallo, conocido también como rizoma (ver Figura 3) es muy utilizado en diversos países, especialmente en India y China, donde el jengibre fresco se usa como condimento para preparar vegetales y platos de carne, así como aromatizante en bebidas y muchas otras preparaciones (Shukla & Singh, 2007). El color del rizoma es amarillo pálido en la parte exterior y amarillo verdoso en la parte interior.

El rizoma, tiene un fuerte olor semejante al que tienen los cítricos, especialmente a limón, este olor se percibe inmediatamente después de ser cortado o rayado, los compuestos que le otorgan este aroma son  $\alpha$ -zingiberene,



Figura 3. Rizoma del jengibre (Deriu, 2017).

arcurcumene,  $\beta$ -bisabolene (Kikuzaki, 2000). Su importancia nutricional reside en su amplísimo espectro de aceites esenciales (2 a 3%) y sustancias picantes no volátiles (Siedentopp, 2008), estos compuestos presentes son: los [6]-gingerol, [6]-shogaol, [6]-paradol y zingerone lo cuales producen una sensación picante en la boca (Shukla & Singh, 2007).

Todos estos compuestos que le confieren su aroma característico y sabor picante, anteriormente mencionados se encuentran en la oleorresina del jengibre y son principios activos que confieren al rizoma sus propiedades funcionales, como ayudar contra el vómito, tos, distensión abdominal y pirexia; especialmente para estimular la sudoración y como expectorante para los catarrros y enfriamientos, cuando es ingerido fresco, mientras que el rizoma seco es recomendado en el tratamiento de dolores abdominales, lumbago y diarrea (Fonnegra & Jiménez, 2007). Se cree que ayuda el resfriado común, gripe-como los síntomas y períodos menstruales, debido a estas propiedades, se ha ganado considerable atención como un suplemento dietético botánico en los E.E.U.U. y Europa en los últimos años, especialmente para su uso en el tratamiento de condiciones inflamatorias crónicas (Shukla & Singh, 2007).

### 1.4.2. Producción nacional

La fertilidad del suelo no es una limitante para el cultivo, ya que no es exigente en cuanto al suelo y crece con éxito en lugares de sombra parcial. Requiere un clima tropical o subtropical y no soporta épocas secas ni heladas, es por ello que los costos del rizoma en México, varían a lo largo del año, pues en épocas de frío aumenta considerablemente su precio y no es fácil adquirir grandes cantidades, sin embargo su crecimiento es rápido. En la Tabla 6 se puede observar que entre el año 2010 al 2013 las importaciones de jengibre han ido en aumento, y aunque no exportamos tantas toneladas como las que importamos, cada año ha ido en aumento también, pasando de una producción de 500 Ton en el año 2010 a 673 Toneladas para el 2014.

**Tabla 6.** Importaciones, exportaciones y producción de jengibre en México.

<b>Año</b>	<b>Importación (Ton)</b>	<b>Exportación (Ton)</b>	<b>Producción total (Ton)</b>
2010	150	23	500
2011	105	40	509
2012	141	----	790
2013	176	65	674
2014	----	----	673

*Fuente: FAO (2014).*

### 1.5. Importancia de la utilización de jengibre y centeno

La importancia de utilizar el centeno es debido a que tiene proteínas de mayor valor biológico por su alto contenido de lisina. (Primo, 1998), también contiene una mayor proporción de fibra soluble, que puede ser útil en el control de la ingesta de energía y reducir el riesgo de desarrollo de la obesidad, aparte de contener más antioxidantes en comparación con el trigo y otros cereales (Noori *et al.*, 2017). El pan de centeno es muy denso, de textura peculiar, de tono oscuro, con un olor y sabor intensos. El aroma es, probablemente la causa principal de la alta aceptabilidad del pan de entre los consumidores tradicionales (Primo, 1998).

Los beneficios que el jengibre posee por su alto contenido de gingeroles y shogaoles, también ayudan a la digestión, como el centeno, pues estimulan el flujo de saliva y la secreción de jugos gástricos, aparte de que ambos contienen

antioxidantes, benéficos para la salud. Teniendo en cuenta los beneficios anteriormente mencionados sobre el centeno y el jengibre, estudios realizados afirman que ambos pueden llegar a dar al producto una mayor cantidad de antioxidantes además de darle una conservación, más prolongada (Zielinski, 2012).

## **1.6. Crutones**

El termino Croûton proviene del francés y hace referencia a pequeñas proporciones de pan tostado que por lo general tienen forma de pequeños cubos, los cuales tienen una cubierta a base de diferentes especias, según sea el sabor que se le quiera otorgar. Los crutones son comúnmente consumidos en sopa (cremas), ensaladas y algunas personas llegan a consumirlo como una botana (República, 2010).

### **1.6.1. Definición**

Producto de panadería horneado y en cubos de 0.5 x 0.5 cm elaborado a base de harinas de trigo, centeno y polvo de jengibre, cubierto con una mezcla de condimentos (pimienta, ajo, sal, cebolla, albahaca y limón).

## **1.7. Desarrollo de productos**

Se entiende por desarrollo de nuevos productos a la acción de crear productos originales, o bien, modificar uno ya existente con la finalidad de comercializarlo, satisfaciendo las necesidades o deseos del consumidor y generar ingresos, de tal manera que las empresas puedan operar, actualizarse y crecer (Ramírez, 2010).

Para desarrollar y llevar un producto al mercado se involucran muchos factores, entre los que cabe destacar, la ingeniería del producto y el análisis de mercado. Con respecto a la definición anteriormente mencionada existen varios criterios para querer desarrollar un nuevo producto como: mejorarlo, cambiar ingredientes para reducir costos o simplemente las necesidades de los consumidores son nuevas, por ejemplo; la tendencia en adquirir productos mínimamente procesados o bajos en grasas y azúcares.

## 1.7.1. Metodología

### a) Generación de ideas

Recabar todas las posibles ideas para el producto, buscando que cada una tenga posibilidad de ser oída y evaluada. Algunas fuentes donde se pueden obtener ideas se mencionan en la Tabla 7:

**Tabla 7.** Fuentes donde se pueden obtener ideas.

Fuentes	Ejemplos
Internas	Ventas.
	Nuevas tecnologías (adaptación o asimilación).
	Sugerencias de los empleados.
	Utilización de los desechos de algún proceso.
	Estrategias de mercado.
Externas	Clientes.
	Proveedores.
	Consumidores en general.

*Fuente: (Ramírez, 2010).*

### b) Selección de ideas

No todas las ideas que se tienen son buenas para ello hay que considerar muchos factores para aceptar la idea; en la Tabla 8 se mencionan las más importantes a considerar, pues nos dirá más acerca de la factibilidad para desarrollar el producto o descartarlo, para ello es indispensable una buena recopilación de información a nivel empresa, consumidor, financiero y legal.

**Tabla 8.** Criterios para la selección de ideas.

Factor para estudiar.	Pregunta para contestar.
Factibilidad técnica de la idea.	¿Es viable su producción?
Análisis de mercado.	¿Hay clientes para el producto?
	¿Tiene oportunidad frente a la competencia?

Análisis económico.	¿El producto está de acuerdo con la política financiera de la empresa?
Análisis de criterios generales.	¿El producto está en línea con la estrategia de la compañía?
	¿Cumple los aspectos legales vigentes?

*Fuente: (Ramírez, 2010).*

### **c) Concepto del producto**

Una vez que la idea del producto es aceptada se tiene que hacer una descripción detallada de la idea expuesta en términos claros y materializados físicamente, para que el equipo de trabajo pueda apreciarlo y evaluarlo (Ramírez, 2010). Estos pueden ser en cuanto al nivel nutritivo, al aporte calórico, si son funcionales y que atributos sensoriales éste posee.

### **d) Estudio de mercado**

Se debe someter al producto a un grupo de consumidores o al mercado meta, a fin de determinar si tienen atractivo para ellos y por lo tanto la posibilidad de ser aceptado (Ramírez, 2010), para ello se tendrá que analizar toda la información recabada en las encuestas.

### **e) Formulación y estandarización**

La formulación de un producto también determinará la aceptabilidad ante los consumidores. Esto se hará primeramente a nivel laboratorio y se estandarizará lo más que se requiera, tomando en cuenta los atributos sensoriales y también económicos de cada empresa.

### **f) Desarrollo de prototipo**

Cuando ya se tienen las formulaciones a utilizar, se lleva a desarrollar el prototipo para hacerle pruebas sensoriales, dirigidas a los consumidores o a jueces entrenados y en caso de necesitarlo hacerle una última modificación al prototipo.

### **g) Pruebas al prototipo**

Una vez teniendo el prototipo aceptado se le tienen que hacer varias pruebas, tanto químicas, físicas, microbiológicas y de vida útil. También se tienen que seleccionar el envase más apto para el producto y crear una etiqueta que esté de acuerdo a las normas de calidad e inocuidad de cada país.

## **1.8. Alimentos funcionales**

Un alimento funcional, es aquel que proporciona un beneficio a la salud más allá de la nutrición básica, este alimento deberá consumirse con regularidad dentro de una dieta adecuada y en los niveles que generalmente se consumen (Ramírez, 2010).

Los Alimentos Funcionales no son un comprimido, ni una cápsula, ni ninguna otra forma de suplemento alimenticio y la demostración de sus efectos debe satisfacer las exigencias de la comunidad científica. Además, deben consumirse como parte de una dieta normal o complemento de la misma, pero nunca de forma aislada o sustituyendo a la dieta habitual.

### **1.8.1 Áreas de aplicación**

Existen muchas áreas de aplicación para los alimentos, sin embargo a continuación solo se harán mención de tres de estos.

#### **a) Regulación de los procesos metabólicos básicos**

Los estudios sobre cómo los procesos metabólicos y fisiológicos están influenciados por la alimentación, el aporte energético y su contenido en hidratos de carbono, grasas y proteínas adquieren cada vez mayor difusión.

#### **b) Defensa contra el estrés oxidativo**

Los antioxidantes consumidos en la dieta modulan las acciones de los radicales libres, promoviendo de esta manera los procesos de regeneración celular. Diversos estudios con alimentos ricos en antioxidantes, como las vitaminas C y E, carotenoides y ciertos minerales como el zinc y el selenio, han demostrado que los

antioxidantes presentes en dichos alimentos preservan la adecuada función de las células.

### **c) Fisiología gastrointestinal**

En relación con la fisiología gastrointestinal, los alimentos funcionales están destinados a mejorar la función intestinal y la formación de heces, la composición de la flora bacteriana del colon.

## **1.9. Análisis sensorial**

Si bien es cierto que no se puede negar el papel que desempeñan los métodos instrumentales, en muchos casos estos no miden todas las características de un alimento, sino solamente algunas de ellas. De ahí que la forma más directa de medir la calidad de un producto alimenticio, es mediante la evaluación que el hombre realiza con sus sentidos de las propiedades organolépticas de dichos productos, esto es a través de la evaluación sensorial (Espinoza, 2007).

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts, 1992).

La evaluación sensorial mide y cuantifica las características de un producto o ingrediente:

- **Apariencia:** color, tamaño, forma, conformación uniformidad.
- **Olor:** compuestos volátiles.
- **Gusto:** dulce, amargo, salado y ácido.
- **Textura:** dureza, viscosidad y granulosidad.
- **Sonido:** crujido, tronido, efervescencia (Pedrero & Pangborn, 1989).

### 1.9.1. Los sentidos

En toda evaluación sensorial están presentes los 5 sentidos, ya que la complejidad de las respuestas sensoriales es debida a la integración simultánea de señales múltiples (aspecto, olor, gusto, textura, sonido, etc.) las cuales el juez asocia con su experiencia pasada, los efectos contextuales y su anticipación a la emisión de su juicio. A continuación se hace una descripción acerca de los sentidos que están involucrados en una evaluación sensorial, según Espinosa (2007), en su libro titulado “Evaluación Sensorial de los Alimentos”:

#### a) Gusto

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. Este se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, concentrados en la lengua, como se muestra en la Figura 4, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta.

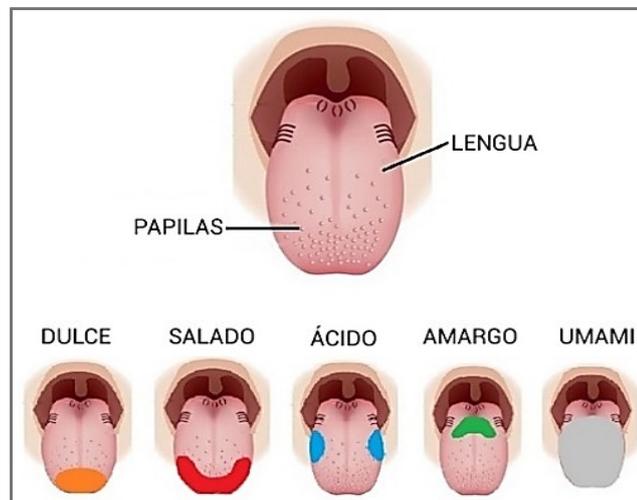


Figura 4. Detección de sabores en la lengua (Romano, 2015).

#### b) Olfato

El olor desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos, ya que son sustancias volátiles que estos poseen. El olor pasa por la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios.

En el interior de la nariz, existen regiones cavernosas cubiertas de una mucosa pituitaria, la cual presenta células y terminales nerviosos que reconocen los diversos olores y transmiten a través del nervio olfativo hasta el cerebro la sensación olfatoria.

### c) Vista

La evaluación del color en los alimentos es de vital importancia, en la mayoría de las evaluaciones de un producto, el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa y también se asocia con la maduración de algún fruto (ver Figura 5), demostrándose además que en ocasiones solo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo.

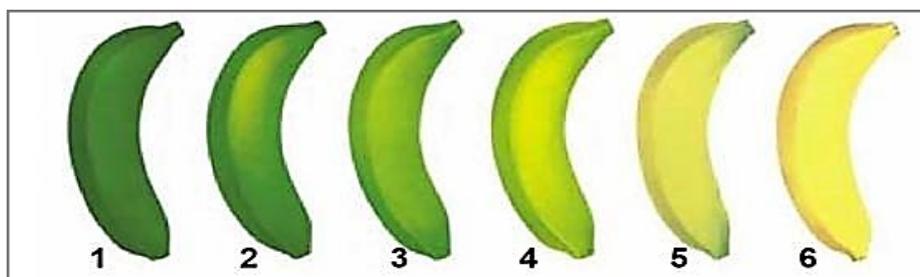


Figura 5. Maduración del plátano (FreshFood, 2017).

### d) Tacto

Los receptores táctiles permiten que el cerebro no sólo identifique la naturaleza de un estímulo (presión, calor, etc.), sino que también localice el lugar exacto donde se ha producido. La sensibilidad sensorial del tacto se percibe en la piel y en la lengua y a través de estos sentidos se detecta en un alimento: la textura, el tamaño, la forma, la viscosidad, la adhesividad, la dureza, entre otros.

## 1.9.2. Pruebas sensoriales

Existen varias pruebas sensoriales que se pueden llegar a realizar para cada determinado alimento y también dependen de que es lo más importante que se quiere evaluar en él. A continuación se explican las clasificaciones de las pruebas sensoriales, que se muestran en la Figura 6.

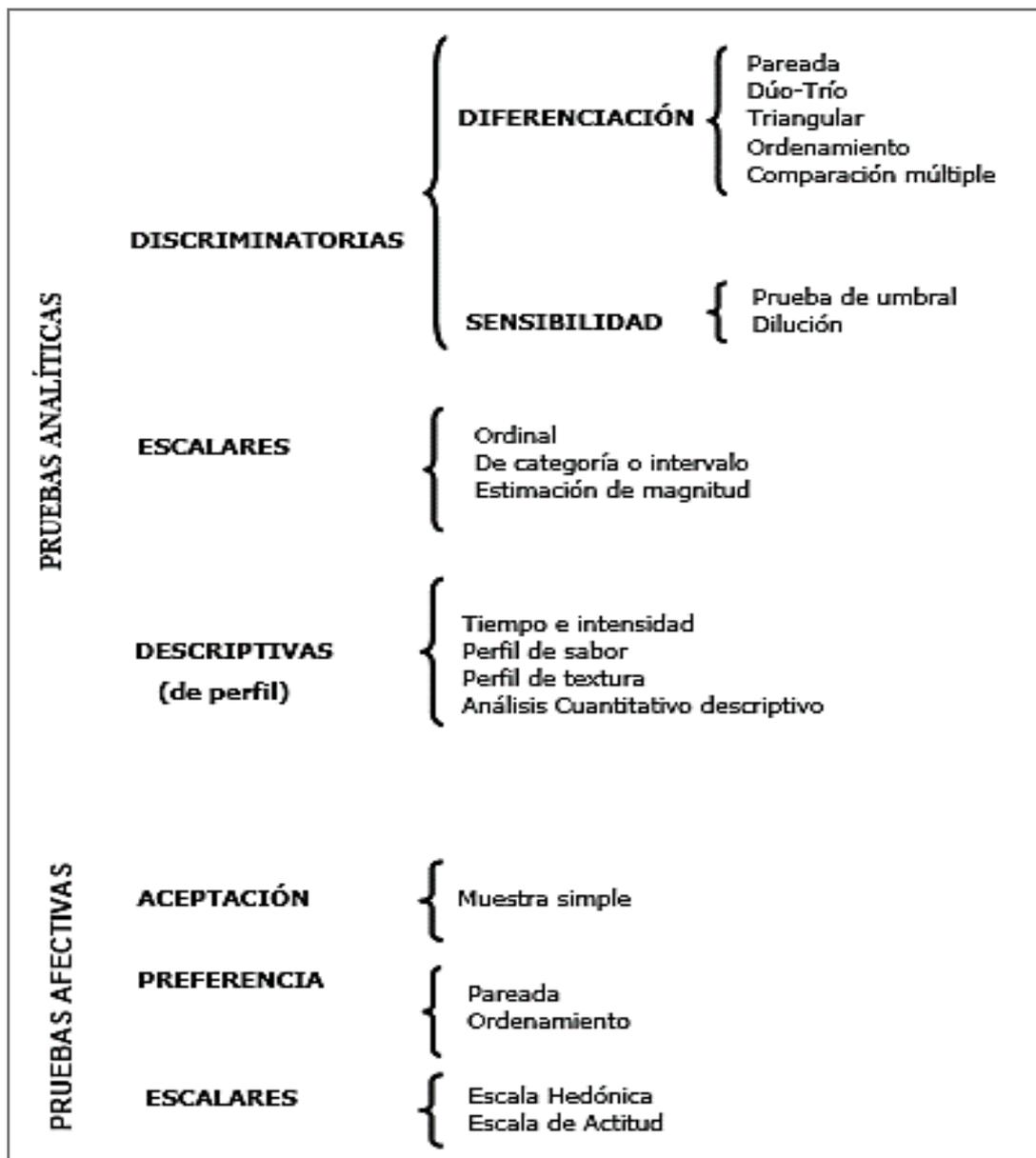


Figura 6. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial (Espinoza, 2007).

### a) Pruebas analíticas

Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente. Estas pruebas se subdividen en tres (Espinoza, 2007):

- **Discriminatorias** que permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia.
- **Escalares** son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una escala.

- **Descriptivas** son más complejas, los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor.

#### **b) Pruebas afectivas**

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, en la mayoría de los casos se escogen consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Estas pruebas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se consume el producto, pueden llevarse a cabo en supermercados, escuelas y plazas (Espinosa, 2007).

Es necesario, en primer lugar, determinar si uno desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción (gusto disgusto), o si también uno quiere saber cuál es la aceptación que tiene el producto entre los consumidores ya que en este último caso los cuestionarios deberán contener solo preguntas acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras destinadas a conocer si la persona desearía o no adquirir el producto (Anzaldúa, 1994).

### **1.9.3. Instalaciones para pruebas sensoriales**

Algunas de las áreas básicas, que toda instalación de pruebas sensoriales debe tener son descritas por Watts (1992), en Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos:

#### **a) Área de preparación de alimentos**

El área de preparación de alimentos deberá estar provista de mostradores, lavaplatos, equipo para cocción, refrigeradores y espacio para almacenamiento. El área de preparación deberá estar bien iluminada y ventilada.

### **b) Área separada para discusión del panel**

Es necesario contar con una sala donde los panelistas puedan reunirse con el encargado, para recibir instrucciones y entrenamiento. Esta área deberá estar totalmente separada del área de preparación de alimentos, de manera que el ruido y los olores de la cocción no interfieran con el trabajo de los panelistas; asimismo, deberá estar situada de manera que no ocurran interrupciones de otro personal de laboratorio.

### **c) Área de cabinas de degustación**

Las cabinas deben ser individuales donde los panelistas puedan evaluar las muestras sin la influencia de otros miembros del panel como se muestra en la Figura 7, tienen que ser de color blanco ya que los colores pueden llegar a influenciar los resultados de las pruebas así mismo la luz no puede tener algún color que llegue a afectar la prueba, por ello se recomienda utilizar lámparas de luz blanca.



**Figura 7.** Cabinas de degustación (Espinosa, 2007).

### **d) Material y equipo para preparar y servir las muestras**

Los recipientes para muestras deberán seleccionarse de acuerdo al tamaño y características de la muestra. Es conveniente utilizar recipientes desechables que cuenten con tapas para evitar que las muestras de alimentos se sequen o sufran cambios de temperatura y apariencia, además que ayudan a que las sustancias volátiles del alimento no se vayan cuando lo que se quiere es evaluar el olor, así mismo como evitan que las muestras se contaminen con polvo y suciedad.

#### **1.9.4. Orientación a los panelistas**

La explicación del método y procedimiento de prueba reducirá las posibilidades de confusión y facilitará el trabajo de los panelistas, ya que es importante que los panelistas comprendan los procedimientos y el uso de boletas o tarjetas de puntaje, para que puedan completar la prueba en una forma similar.

Se debe recomendar a los panelistas que eviten el uso de materiales que tengan olores fuertes, tales como jabones, lociones y perfumes, antes de participar en los paneles; asimismo, deberán abstenerse de comer, beber o fumar por lo menos 30 minutos antes del inicio de una prueba sensorial (Watts, 1992).

#### **1.9.5. Reducción de errores**

Las evaluaciones sensoriales tienen muchas variaciones en cuanto a los resultados, más si no se es concreto con los panelistas de los parámetros que se requieren evaluar asimismo se les tiene que explicar todos los términos, para que ambos tanto panelistas como los encargados de la evaluación sensorial estén en la misma sintonía, también cabe señalar que hay 3 tipos de jueces: entrenados, semi-entrenados y consumidores, ahora bien existen más factores que afectan las evaluaciones, como lo son los errores de expectación, por posición y por contraste, los cuales son descritos por Watts (1992), en Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos:

##### **a) Errores de expectación**

Pueden ocurrir cuando los panelistas reciben demasiada información sobre la naturaleza del experimento o sobre los tipos de muestras, antes de iniciar las pruebas, para evitar esto los panelistas deben recibir solamente la información necesaria y se debe evitar que estos hablen entre sí durante la prueba. Se debe evitar que participen en el panel las personas que dirigen el experimento o que tengan conocimientos que les hagan esperar resultados determinados. También el colocar un número o letra puede crear juicios sobre la muestra, por ello se recomienda que cada muestra tenga un número aleatorio de tres dígitos (ejemplo: 374).

### **b) Errores por posición**

El orden de presentación de las muestras tiene que ser al azar, de manera que las muestras se presenten en diferentes posiciones a cada panelista.

### **c) Errores por contraste**

Los panelistas que evalúan una muestra agradable antes de evaluar una muestra desagradable, podrían dar a la segunda muestra un puntaje inferior al que ésta habría recibido si los panelistas hubieran evaluado una muestra menos agradable anteriormente, para ello es indispensable siempre colocar en cada cabina un vaso de agua natural, permitiendo que los panelistas quiten algunos sabores de la boca, también se pueden colocar galletas saladas y colocar algún alimento que ayude a los panelistas cuando tienen que oler muestras, por ejemplo colocar en una caja petri café.

## **1.10. Envase**

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015 define a un envase como “Cualquier recipiente, o envoltura en el cual está contenido el producto preenvasado para su venta al consumidor”. Los materiales del envase pueden ser de metal, vidrio, papel, cartón y plástico, dependiendo del producto al que este destinado.

### **1.10.1. Tipos de envase**

La tecnología de envases también es relevante para la mejora de la eficiencia de envases, distribución, venta al por menor y eliminación de residuos para la industria (Povea, 2015). Existen tres tipos de envase, los cuales son mencionados por Vidales (1997), en El mundo del envase. Manual para el diseño y producción de envases y embalajes:

#### **a) Envase primario**

Todo envase diseñado que está en contacto directo con el producto que lo contiene. Ejemplo: un frasco de mermelada. Se considera la “carta de presentación” del producto ante el consumidor, por lo que debe cumplir con todas las directrices

legales, normativas y de diseño estructural y gráfico. Este sistema envase-alimento consta de cuatro componentes: el alimento, el medio ambiente interno (espacio de la cabeza), el envase y el ambiente externo (Povea, 2015).

#### **b) Envase secundario**

Todo tipo de envase diseñado que tiene en su interior varios envases primarios y que pueden ser vendidos al menudeo. Ejemplo: un paquete de 4 frascos de mermelada.

#### **c) Envase terciario**

Todo envase diseñado para facilitar la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases colectivos y que pueden ser vendidos al mayoreo. Ejemplo: una caja que contiene varias bolsas de paletas.

### **1.10.2. Funciones del envase**

Según Jeantet (2010), el envase tiene diferentes funciones y propiedades, unas de las cuales se mencionan:

#### **a) Contener y proteger a los productos**

Debe ser apto para contener el producto para el cual ha sido elegido, pues ayudará a su fácil almacenamiento y manipulación, considerando también la cantidad de producto a envasar. El envase le da al producto una protección de tipo mecánico, contra los choques y las tensiones que pueda sufrir la pareja envase-producto y microbiológico pues es una barrera entre los microorganismos del medio exterior y el producto, cumpliendo así una función esencial que es mantener la calidad higiénica y microbiológica de los alimentos, impidiendo por una parte una post-contaminación, y por otra parte impidiendo o limitando las transferencias de materia (agua, gas) susceptibles a favorecer el desarrollo de gérmenes.

#### **b) Promoción de productos**

Hace más fácil identificar la marca, enlistar los ingredientes, especificar características y dar instrucciones. Distingue a un producto de la competencia y puede asociar un nuevo producto con una familia de otros productos del mismo fabricante.

### **1.10.3. Propiedades del envase**

Dependiendo del material con el cual se elabore el envase, se protege al producto de factores externos como la humedad, el oxígeno y de elementos contaminantes, en mayor o menor grado, dos de los más importantes los menciona Jeantet (2010):

#### **a) Permeabilidad**

Condiciona la transferencia de materia a través del material constituyente. La permeabilidad se describe a menudo como la sucesión de tres etapas: el compuesto se absorbe sobre el material, difunde a través del material bajo la acción del gradiente de concentración y se absorbe por evaporación. Los fenómenos de difusión y de solubilidad que definen la permeabilidad dependen de las características físicas del material, del compuesto que penetra y de las condiciones del medio.

#### **b) Conductividad térmica**

Materiales aislantes cuando las variaciones de temperaturas positivas o negativas amenacen con alterar la conservación y la calidad del producto.

### **1.11. Etiquetado**

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015 define a un envase como "Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto preenvasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje".

Las etiquetas por si mismas representan una consideración importante en la estrategia de marketing, Estas no solo ayudan a identificar y promover el producto, sino que además contienen una gran cantidad de información que ayuda a los clientes a seleccionar el producto apropiado (Ferrel & Hiartline, 2006).

### **1.12. Vida útil**

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario,

manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough & Fiszman, 2005).

Depende de factores ambientales, de la humedad, de la temperatura de exposición, del proceso térmico al que se somete y de la calidad de las materias primas, entre otros. El efecto de estos factores se manifiesta como el cambio en las cualidades del alimento que evitan su venta: cambios de sabor, color, textura o pérdida de nutrientes (Potter, 1978). También la mayor parte de los alimentos se altera más rápidamente a temperaturas más elevadas, por lo que durante su almacenamiento las eventuales fluctuaciones de temperatura deberán ser mínimas (Fellows, 1998).

#### Características de calidad de los alimentos

- Sabor
- Textura
- Apariencia
- Inocuidad/seguridad
- Nutrición
- Funcionalidad

#### Tipos de estabilidad

- Microbiología
- Química
- Física
- Sensorial (Anzueto, 2012).

### **1.12.1. Estudios de vida útil**

El tiempo de vida útil se puede estimar mediante varios métodos: pueden tomarse valores reportados en la literatura especializada de alimentos similares y bajo condiciones similares al producto de nuestro interés; se pueden monitorear las quejas de los consumidores para orientar los posibles valores de vida útil; se pueden evaluar atributos de calidad del alimento que varían durante la vida útil en anaquel o mediante pruebas aceleradas (Molina & García, 2008).

Es importante identificar los factores específicos que afectan la vida útil y evaluar sus efectos individualmente y en combinación. Estos se pueden dividir en: a) factores intrínsecos: materia prima (composición, estructura, naturaleza), actividad de agua, pH, acidez, disponibilidad de oxígeno y potencial Redox; y b) factores extrínsecos: procesamiento, higiene y manipulación, materiales y sistemas de empaque, almacenamiento, distribución y lugares de venta (García, Cardona & Jaramillo, 2008).

#### **a) Ensayos en anaquel**

Se utilizan técnicas probabilísticas, suponiendo además que los tiempos de vida de las unidades, ofrecen excelentes datos, pero presentan, algunos inconvenientes ya que el tiempo es muy prolongado, lo cual no llega a ser tan práctico para las empresas, como en el caso del lanzamiento de nuevos productos.

#### **b) Pruebas aceleradas**

Se somete al alimento a condiciones de temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos, que aceleran las reacciones de deterioro. Se deben tomar en cuenta el establecer un diseño estadístico experimental, realizando las respectivas mediciones por duplicado o triplicado para evaluar las desviaciones de las muestras, y así, evaluar de manera más apropiada la vida útil (Molina, 2008).

El diseño experimental debe contemplar las variables a evaluar y controlar las variables que no se desean evaluar para evitar que interfieran en las mediciones, y por ende, en los resultados (Labuza & Schmidt, 1985) Aunque se debe tener mucho cuidado a la hora de interpretar de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1. General**

Desarrollar una formulación para elaborar crutones a base de harina de trigo y centeno adicionado con jengibre, con el fin de obtener un producto funcional y agradable al paladar.

#### **2.1.2. Particulares**

1. Evaluar la viabilidad de los crutones de jengibre y centeno mediante un estudio de mercado a consumidores.

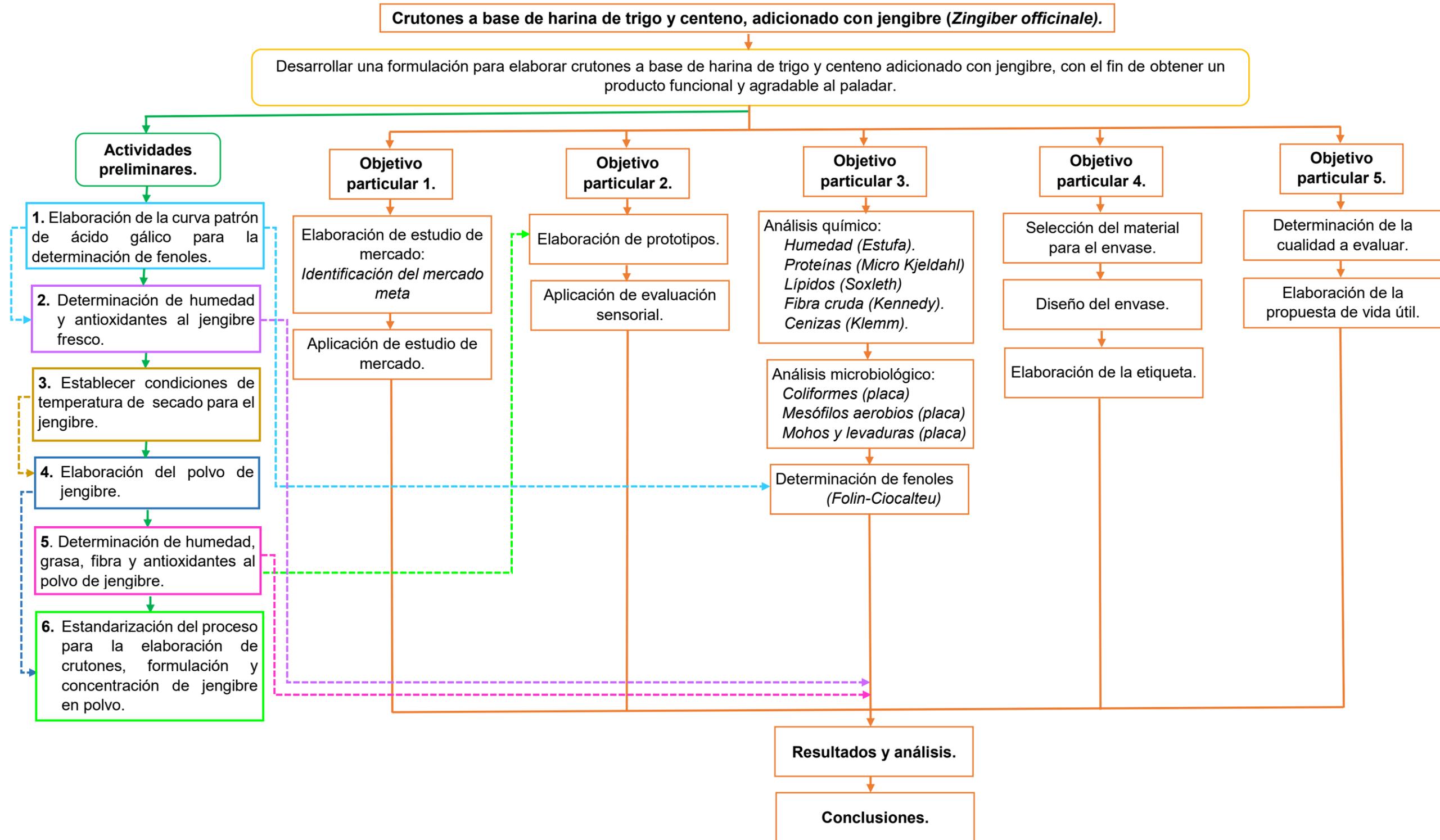
2. Seleccionar el mejor prototipo de crutones de jengibre y centeno, variando la concentración de jengibre (3, 4% para el pan y 4, 5% en la cubierta), mediante una prueba sensorial.

3. Realizar un análisis químico, pruebas microbiológicas (Mesófilos, Coliformes, hongos y levaduras) y contenido de fenoles, del prototipo seleccionado, para la obtención de un alimento funcional inocuo y con características aceptables.

4. Seleccionar el envase adecuado de acuerdo a las características de los crutones de trigo y centeno adicionados con jengibre, así como la elaboración de la etiqueta mediante lo establecido en la Norma Oficial Mexicana-NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

5. Propuesta de vida útil de los crutones a diferentes temperaturas de almacenamiento (30°C, 40°C y 50°C), donde los criterios de aceptación serán la textura, sabor y cantidad de antioxidantes presentes en el cruton, a diferentes tiempos (0, 10, 15 y 20 días), para la determinación de las condiciones de almacenamiento, así como garantizar un producto de calidad.

## 2.2. Cuadro metodológico



## 2.3. Materiales y métodos

### 2.3.1. Actividades preliminares

#### 2.3.1.1. Elaboración de la curva patrón de ácido gálico para la determinación de fenoles

Para realizar el método de curva de calibrado se introducen en el instrumento varios patrones que contienen concentraciones exactamente conocidas del analito y se registra la señal instrumental (Skoog, Holler & Nieman, 2001). Para ello se elaboró una curva patrón de ácido gálico por el método de Folin-Ciocalteu, según Valadez (1990), se utilizaron 6 tubos de ensaye en los cuales se les agregó la solución de ácido gálico, agua destilada, Folin marca SIGMA y carbonato sódico en las proporciones que se muestran en la Tabla 9. Posteriormente se llevó a un espectrofotómetro, para leer las muestras a una longitud de onda de 760 nm y con los datos obtenidos, se elaboró una gráfica de absorbancia contra concentración (mg/ml).

**Tabla 9.** Datos para la elaboración de la curva patrón de ácido gálico.

Reactivos	Concentración mg/l								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Ácido gálico (ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6
Agua (ml)	10	9.8	9.6	9.4	9.2	9	8.8	8.6	8.4

Obteniendo la ecuación de la curva de calibrado por el método de mínimos cuadrados, que permite calcular directamente la concentración de las muestras.

#### 2.3.1.2. Determinación de humedad y antioxidantes al jengibre fresco

Se determinó la humedad del jengibre fresco, debido a que se requiere un polvo de jengibre, el cual no debe superar el 15% de humedad, según lo estipulado en la NOM-247-SSA1-2008, así mismo determinar la cantidad de antioxidantes presentes en el jengibre fresco mediante el método descrito por Valadez (1990).

#### **a) Humedad**

Para la determinación del porcentaje de humedad presente en la materia prima se utilizó el método de secado por estufa según la Norma Mexicana NMX-F-294-SCFI-2011 colocando 5 g de jengibre fresco finamente cortado en cápsulas de aluminio, empleando una temperatura de 105°C durante 1 hora y 15 minutos en el desecador, hasta obtener un peso constante. Realizando tres repeticiones y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

#### **b) Antioxidantes**

Se determinaron la cantidad de antioxidantes presentes en el jengibre por el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Valadez (1990). Realizando tres repeticiones y calculando el promedio, con el cual se intersectó en la curva patrón de ácido gálico, para saber la concentración de fenoles presentes.

#### **2.3.1.3. Establecer condiciones de temperatura de secado para el jengibre**

Se estableció un tiempo de 3 horas, donde se pesaron 100 g de los rizomas pelados y cortados en rodajas de 7 mm de espesor, anotando la masa en gramos de la charola, como la masa de la charola con los 100 g de jengibre, reservando estos datos para cálculos posteriores. Después se colocó la charola con el jengibre en rodajas, en un horno de secado modelo HFD-48 a tres diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C), pesando la charola con las rodajas cada 20 minutos y finalmente se graficó el porcentaje de pérdida de humedad durante las tres horas.

#### **2.3.1.4. Elaboración del polvo de jengibre**

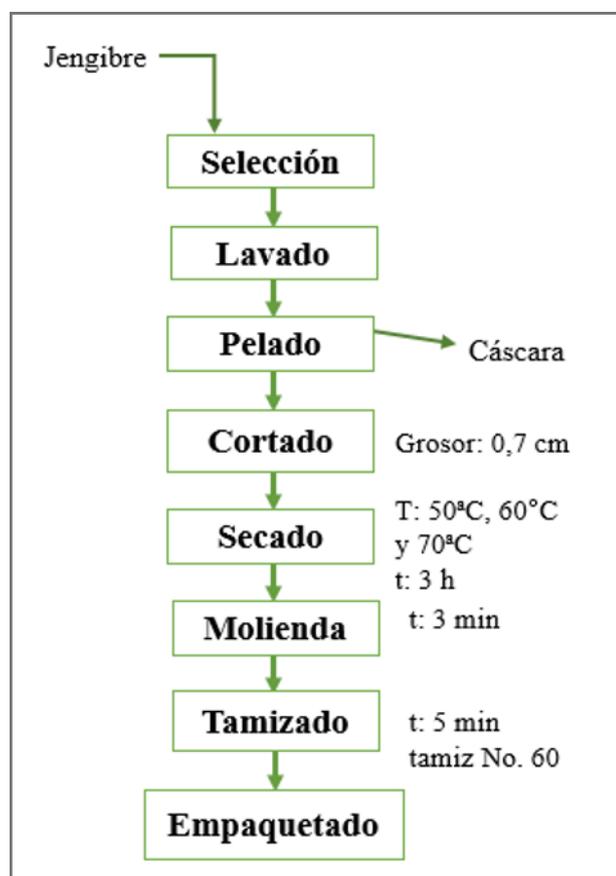
Se elaboró el polvo de jengibre como se indica en la Figura 8. También se calculó el rendimiento que tiene el rizoma de jengibre para la elaboración del polvo (ecuación 2.1), así como el porcentaje del rizoma pelado (ecuación 2.2.). Realizando tres repeticiones y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{g del polvo de jengibre}}{\text{g de jengibre pelado}} (100) \quad (2.1)$$

$$\text{Rizoma pelado} = \frac{\text{g de jengibre pelado}}{\text{g de jengibre sin pelar}} (100) \quad (2.2)$$

### a) Proceso de elaboración

La Figura 8 muestra el diagrama de proceso que se siguió para la elaboración del jengibre en polvo, así como se explica cada operación unitaria.



**Figura 8.** Diagrama de proceso para la elaboración del jengibre en polvo.

**Selección.** Se seleccionaron los rizomas de jengibre que estuvieran lo más grandes posibles y que tuvieran menos irregularidades.

**Lavado.** Como el rizoma no tiene una forma definida, tiende a guardar bastante tierra, debido a que es una raíz, por ello se lavó y tallo con un estropajo para quitarle toda tierra que esta pudiese llegar a tener.

**Pelado.** El rizoma de pelo cuidadosamente para evitar quitarle pedazos que no fueran cáscara.

**Cortado.** Se rebanaron rodajas de 7 mm de espesor.

**Secado.** Las rodajas de jengibre se colocaron en una charola metálica de: 36.5 cm de ancho, 38 cm de largo, para posteriormente meterlas en horno de secado modelo HFD-48 a tres diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C) durante 3 horas.

**Molienda.** Una vez secas las rodajas del rizoma de jengibre, se molieron en un molino de café KRUPS GX4100 durante 3 min.

**Tamizado.** El polvo del rizoma de jengibre se pasó por un tamiz No. 60.

**Empaquetado.** Se empaquetó el polvo del rizoma de jengibre en bolsas herméticas para que no fuese afectado por la humedad del medio y se les etiquetó con la fecha de elaboración.

#### **2.3.1.5. Determinación de humedad, grasa, fibra y antioxidantes al polvo de jengibre**

Una vez que se secó y elaboró el polvo de jengibre, como se explica en los apartados 2.4.1.2. y 2.4.1.3. se procedió a la determinación de la humedad, dado que se tenía que establecer la temperatura adecuada para el secado de jengibre, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales, la primera que los antioxidantes no fueran dañados por el calor y la segunda que la humedad fuera menor a 15%, según lo estipulado en la NOM-247-SSA1-2008. También se determinó grasa ya que el aceite esencial de jengibre, puede ejercer una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos como el *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus faecalis* (enterococos) (Vásquez R. O., Alva, A. & Marreros V. J., 2001), ayudando así a la conservación de producto y por último el contenido de fibra cruda.

#### **a) Humedad**

Se determinó el porcentaje de humedad presente en el polvo de jengibre de la misma manera que para el jengibre fresco, utilizando el método de secado por estufa según la Norma Mexicana NMX-F-294-SCFI-2011 colocando 5 g de polvo de jengibre, en cápsulas de aluminio, empleando una temperatura de 105°C durante 1 hora y 15 minutos en el desecador, hasta obtener un peso constante. Realizando tres repeticiones y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

#### **b) Grasa**

Para la determinación de grasa se utilizó el método Soxhlet según la Norma Mexicana NMX-F-615-NORMEX-2004. Llevando a peso constante los matraces bola, para luego colocarlos debajo del extractor Soxhlet. Se colocaron 6 g de muestra en un cartucho cubierto de algodón dentro del extractor Soxhlet, donde se vació también el solvente, dejándolos a ebullición (2 gotas por segundo) durante 3 horas, para posteriormente llevarlo a peso constante. Se realizaron dos repeticiones y se calculó promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

#### **c) Fibra cruda**

Se determinó el porcentaje de fibra cruda presente en el polvo de jengibre, mediante el método de Kennedy descrito en Less (1982). Colocando 0.5 g de muestra desengrasada. Realizando tres repeticiones y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

#### **d) Antioxidantes**

Se determinaron la cantidad de antioxidantes presentes después de someter a un secado y molido al jengibre fresco por el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Valadez (1990). Realizando tres repeticiones y calculando el promedio, con el cual se interseco en la curva patrón de ácido gálico, para saber la concentración de fenoles presentes.

### 2.3.1.6. Estandarización del proceso para la elaboración de crutones, formulación y concentración de jengibre en polvo

Se hicieron cambios en los tiempos de cada operación unitaria, así como en la forma de barnizar los crutones. El diagrama de proceso para la elaboración de crutones con los ajustes finales se muestra en la Figura 11, dentro del apartado 2.3.3.

En la tabla 10 se muestran los niveles de variación que se utilizaron para la relación de Trigo-Centeno, leudante y concentración de jengibre, así como las dos formulaciones para la elaboración del pan (ver Tabla 11 y 12).

**Tabla 10.** Cuadro de variables.

Factor de variación	Niveles	Factor de respuesta	Técnica o instrumento
Trigo-Centeno	40-60%	Textura	Evaluación sensorial
	60-40%		
Leudante	Levadura	Sabor y textura	
	Bicarbonato de sodio		
Jengibre	2%	Sabor	
	3%		
	4%		

Las muestras fueron elaboradas con las formulaciones y niveles de variación, que se muestran en las Tablas 11 y 12, para ser sometidas a una pequeña evaluación sensorial a nivel laboratorio y así hacer los cambios pertinentes, debido a que algunos ingredientes producen una textura menos porosa como es el caso del centeno, que aparte produce un sabor amargo y por otro parte el jengibre que en grandes cantidades puede ser desagradable al paladar por su fuerte sabor picante.

**Tabla 11.** Primera formulación para la elaboración del pan.

Ingredientes	%
Harina de trigo	52
Harina de centeno	
Jengibre	
Azúcar	6,2
Levadura	1,7
Sal	0,6
Leche tibia	17
Agua tibia	19
Mantequilla	3,5

**Tabla 12.** Segunda formulación para la elaboración del pan.

Ingredientes	%
Harina de trigo	54
Harina de centeno	
Jengibre	
Azúcar	6,2
Bicarbonato	1,5
Sal	0,3
Leche tibia	35
Mantequilla	3

Los crutones son pequeños cubos de pan tostado que están recubiertos de diferentes especias, es por ello necesario elaborar una formulación para la corteza de estos como se muestra en la Tabla 13 y 14, sin embargo esto dependerá de evaluación sensorial a nivel laboratorio que se le hará al pan para determinar si las formulaciones permanecen o se les tienen que hacer un cambio.

**Tabla 13.** Primera formulación para la corteza de los crutones.

Ingredientes	%
Pimienta con limón	55
Cebolla	27
Albahaca	9
Ajo	5
Jengibre	4

**Tabla 14.** Segunda formulación para la corteza de los crutones.

Ingredientes	%
Pimienta con limón	55
Cebolla	23
Albahaca	11
Ajo	6
Jengibre	5

### 2.3.2. Objetivo particular 1: Estudio de mercado

El estudio de mercado es un proceso de recolección y análisis de datos e información acerca de los clientes y competidores, para ello se definió el mercado meta, como las personas consumidoras de crutones a las que les gusta, adquirir productos sanos. Se encuestaron a 50 personas, por medio de la plataforma electrónica "Formularios Google", para hacer más fácil y didáctico la contestación de la encuesta (ver Figura 9), con el objetivo de determinar la

viabilidad que tiene la elaboración de crutones a base de harina de trigo y centeno, adicionado con jengibre.

<b>CRUTONES DE CENTENO ADICIONADOS CON JENGIBRE.</b>			
<b>Edad:</b> _____*	<b>Sexo:</b> M__ F__*	<b>Profesión:</b> _____*	
<b>Cruton:</b> Producto de panadería horneado y en cubos de 0.5 x 0.5cm elaborado a base de harinas de trigo y centeno adicionado con jengibre. Cubierto con una mezcla de condimentos. Favor de encerrar en un círculo las repuestas.			
1. ¿En qué alimentos consume crutones?			
Ensaladas	Sopas	Otras: _____	
2. ¿Suele comprar crutones para su consumo personal?			
<i>*En caso de contestar no, salte hasta la pregunta 6</i>			
Sí		No	
3. ¿Cuál es su decisión para comprar crutones?			
Sabor	Precio	Prestigio de la marca	Fortificado o adicionado con...
4. ¿Qué marca de crutones compra usualmente?			
Fresh gourmet	Marzetti	Rothbury	San Miguel
Mauri	Susanita	Otra: _____	
5. ¿Con qué frecuencia compra crutones?			
Semanal	Quincenal	Mensual	
6. ¿Estaría dispuesto a consumir un producto elaborado con centeno?			
Sí		No	
7. ¿Estaría dispuesto a consumir un producto adicionado con jengibre?			
Sí		No	
8. ¿Conoce los beneficios que aporta el consumo de jengibre?			
Sí	No	He escuchado algunas cosas	
9. ¿Estaría dispuesto a comprar una marca de crutones elaborados con centeno y adicionados con jengibre, sin conservadores y que aporten un poder antioxidante?			
Sí		No	
10. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 150g de crutones elaborados con centeno y adicionados con jengibre, que aporten un poder antioxidante?			
_____			

**Figura 9.** Encuesta de estudio de mercado.

### 2.3.3. Objetivo particular 2: Elaboración y evaluación sensorial de prototipos

Una vez teniendo la formulación final, las concentraciones de jengibre y las condiciones del proceso para la elaboración de crutones, se procedió a utilizar un diseño experimental de tipo factorial fraccionado, con el fin de obtener cierto número de prototipos (ver Tabla 15).

**Tabla 15.** Diseño factorial fraccionado.

Harina de trigo (%)	Harina de centeno (%)	Jengibre en pan (%)	Jengibre en cubierta (%)
60	40	3	4
60	40	4	5
70	30	3	5
70	30	4	4

En cuanto a la elaboración de los crutones se siguió el diagrama de proceso que se muestra en la Figura 11 y a continuación se describe cada operación unitaria, así como la funcionalidad que tiene cada ingrediente.

**Recepción:** Primeramente se recibieron las harinas de trigo y centeno.

**Mezclado:** Esta operación se realizó en forma mecánica y se tienen que agregar todos los ingredientes secos, con el fin de homogenizar, esto sin incluir al polvo de jengibre, pues este se adicionará más tarde.



**Figura 10.** Mezclado de los ingredientes.

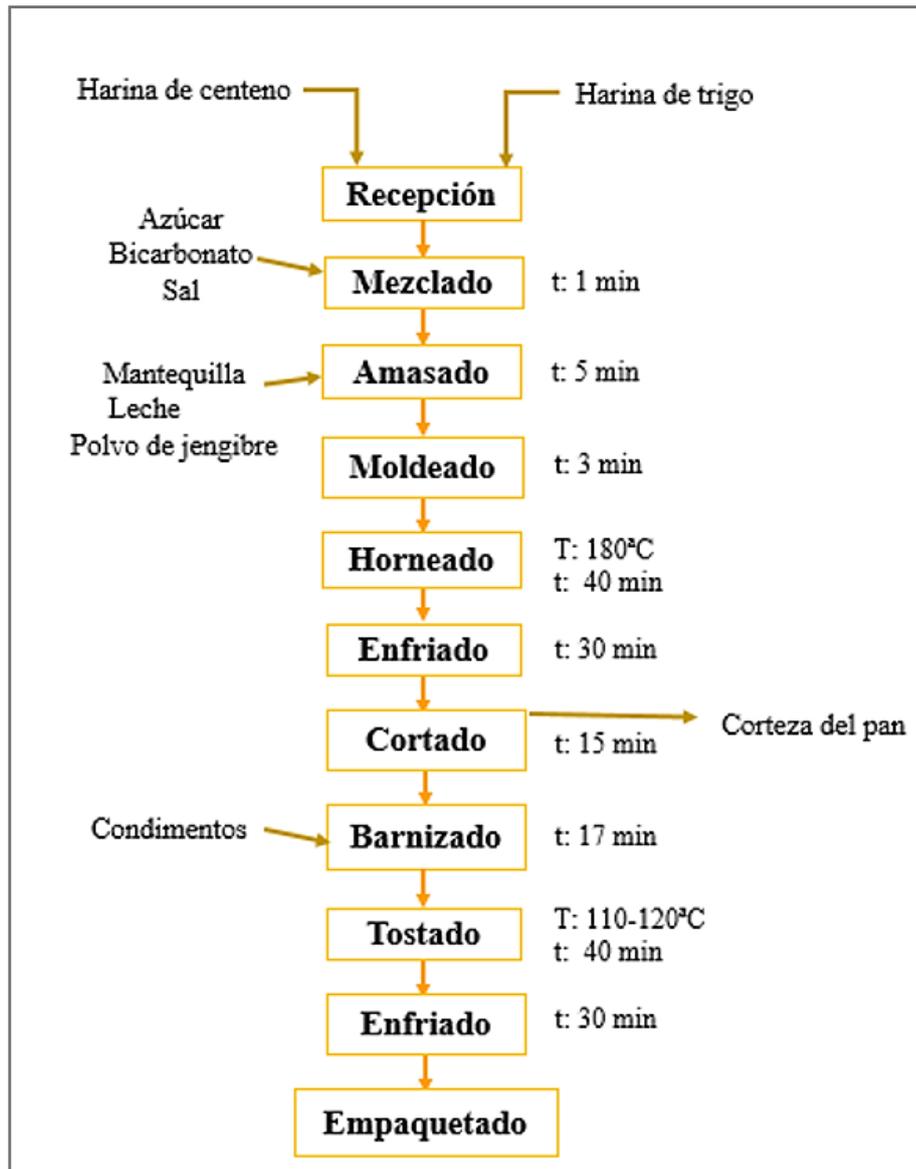


Figura 11. Diagrama de proceso para la elaboración de crutones.

**Amasado:** Cuando ya están bien homogenizados los ingredientes, se procedió a amasar, donde se agregó el polvo de jengibre disuelto en la leche tibia y la mantequilla. Esto con el fin de que las harinas se hidrataran, incorporaran el aire e hicieran una masa más cohesiva.

**Moldeado:** El molde donde se colocó la masa lista se cubrió con mantequilla y un poco de harina de trigo cernida en las paredes del molde, para evitar que la masa se pegará.

**Horneado:** Esta operación se realizó en un horno profesional marca San-Son, el cual se precalentó a 180°C, para posteriormente ingresar el molde y dejar horneando por un tiempo de 40 minutos.

**Enfriado:** Una vez pasado el tiempo de horneado, se desmoldó y dejó enfriar sobre una rejilla, haciendo que el aire circule sobre toda la superficie del pan y así se enfrié más rápido.

**Cortado:** El pan se cortó en cubos de 0.5 x 0.5 cm aproximadamente.

**Barnizado:** Se preparó la mezcla de condimentos con un poco de agua para que al ser añadida a los cubos, el condimento se impregnará mejor en la superficie de estos.



**Figura 12.** Barnizado de los crutones.

**Tostado:** Se colocaron los cubos ya barnizados en un horno convectivo, precalentado a 110°C y se dejaron por un tiempo de 40 min.

**Enfriado:** Se dejaron en una rejilla esparcidos para que se enfríen en su totalidad.

**Empaquetado:** El producto final se depositó dentro de bolsas herméticas.

#### **a) Funcionalidad de los ingredientes**

**Harina.** Es el material más importante en todo producto de panificación ya que afecta a la funcionalidad y las características del producto terminado, dictamina parámetros de procesamiento y requerimientos de algunos otros ingredientes. Su funcionalidad recae en su contenido de gluten pues es responsable de las propiedades de cohesividad y de viscoelasticidad de la masa de panificación (Badui, 2006).

**Leche.** Producto del ordeño higiénico, que es considerado como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal. Contiene principalmente agua, grasa, proteínas (caseínas), lactosa y minerales. La leche por su alto contenido de agua, hidrata e hincha los gránulos de almidón y sobre todo es agente necesario para el desarrollo y formación del gluten una vez que la harina hidratada es sujeta a la acción mecánica del mezclado o amasado (Othón, 2013).

**Bicarbonato de sodio.** Sirve como agente leudante, pues son capaces de producir, o incorporar gases, en productos que van a ser horneados con el objeto de aumentar su volumen y producir cierta forma y textura en su masa final. En la industria alimenticia estos agentes leudantes se emplean en las masas elaboradas tanto en panadería como en repostería.

**Azúcares.** Confieren un sabor dulce y tienen un efecto sobre la propiedad de absorción, sobre el tiempo de desarrollo de la masa y sobre las características organolépticas del producto, a medida que aumenta la cantidad de azúcar adicionado, el tiempo de amasado es más largo (Quaglia, 1991).

**Sal.** Endurece el gluten y produce masa menos pegajosa, ya que la gliadina, que es uno de los componentes principales, tiene menor solubilidad en el agua con sal, haciendo posible también una mejor hidratación (Quaglia, 1991). La cantidad que se agrega generalmente es de 1.8-2.1% del peso de la harina, quedando la sal a una concentración de 1.1-1.4% en el pan (Kent, 1987).

**Mantequilla.** Mejora el volumen de la pieza, reduce la dureza de la corteza y produce paredes más finas en las celdillas de la miga, dando por resultado un pan de textura más tierna y con características de corte mejoradas (Kent, 1987).

#### **2.3.3.1. Evaluación sensorial**

Se elaboraron 200 g aproximadamente de crutones, que fueron guardados en bolsas herméticas etiquetadas con códigos de tres dígitos para cada prototipo (ver Tabla 16), evitando así errores de expectación ya que no influyen sobre los juicios de los panelistas de la misma manera que los códigos a base de números de un dígito o letras (Watts, 1992).

**Tabla 16.** Códigos para cada prototipo.

<b>Prototipo</b>	<b>Trigo (%)</b>	<b>Centeno (%)</b>	<b>Jengibre en pan (%)</b>	<b>Jengibre en cubierta (%)</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	60	40	3	4	786
<b>2</b>	60	40	4	5	164
<b>3</b>	70	30	3	5	538
<b>4</b>	70	30	4	4	293

Se aplicó una prueba descriptiva de tipo perfil de sabores, que tiene como objetivo analizar el sabor integral de un producto, así como sus atributos individuales y la relación que guardan entre ellos (Pedrero & Pangborn, 1996), donde se incluyó la dureza, con el fin de ser evaluado, dado que el centeno se caracteriza por dar cierta dureza a los productos de panificación.

Para esta prueba se utilizó el cuestionario que se presenta en la Figura 13 a una población de 30 jueces semi-entrenados, a los cuales se les proporcionó un vaso de agua y lechuga para que pudiesen quitarse el resabio de sabor de cada prototipo, para así disminuir errores. Una vez obtenidos los resultados, se elaboró un gráfico de radar el cual brinda un mejor panorama, del promedio de todos los atributos.

**CRUTONES DE TRIGO Y CENTENO ADICIONADOS CON JENGIBRE**

NOMBRE \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** frente a usted se presentan 4 muestras de CRUTONES DE TRIGO Y CENTENO ADICIONADOS CON JENGIBRE los cuales deberá probar describiendo las características de sabor y dureza que están presentes en las muestras.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted sienta por las muestras.

Código: 293

	0	1	2	3	4	5
Acido						
Amargo						
Astringente						
Picante						
Dureza						

Código: 164

	0	1	2	3	4	5
Acido						
Amargo						
Astringente						
Picante						
Dureza						

Código: 786

	0	1	2	3	4	5
Acido						
Amargo						
Astringente						
Picante						
Dureza						

Código: 538

	0	1	2	3	4	5
Acido						
Amargo						
Astringente						
Picante						
Dureza						

2.- De las muestras que se le presentaron marque la que más le agrado en cuanto a sabor y dureza de acuerdo a la escala de 1 a 4, donde 1 es me desagrada mucho y 4 me gusta mucho.

Código	Código	Código	Código

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MUCHAS GRACIAS**

**Figura 13.** Cuestionario de evaluación sensorial de los crutones.

### **2.3.4. Objetivo particular 3: Análisis al prototipo seleccionado**

Se obtuvo una muestra homogénea, suficiente y representativa del prototipo seleccionado para después someterlas a un análisis químico y microbiológico. Los métodos para la determinación de humedad, grasa, fibra cruda y antioxidantes son los mismos que se utilizaron para el análisis del jengibre fresco y en polvo, descritas en el apartado actividades preliminares 2.3.1., haciendo repeticiones por triplicado y reportando el promedio.

#### **2.3.4.1. Análisis químico**

##### **a) Humedad y antioxidantes**

Se determinó el porcentaje de humedad y antioxidantes presente en los crutones de la misma manera que para el jengibre fresco y el polvo de jengibre, utilizando el método de secado por estufa según la Norma Mexicana NMX-F-294-SCFI-2011 y el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Valadez (1990) respectivamente, mencionados en el apartado 2.3.1.2. Determinación de humedad y antioxidantes al jengibre fresco.

##### **b) Proteínas**

El porcentaje de proteínas se determinó por el método de Microkjeldahl según la AOAC (1998), colocando 0.1200 g de la muestra, 1.9 g de catalizador y 2 ml de ácido sulfúrico en un matraz Microkjeldahl. Posteriormente se llevó al digestor, se destiló y se tituló con ácido clorhídrico 0.02N, todo el procedimiento se realizó por triplicado y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

##### **c) Grasa y fibra cruda**

Para la determinación de grasa se utilizó el método Soxhlet según la Norma Mexicana NMX-F-615-NORMEX-2004 y para la determinación de fibra cruda el método de Kennedy descrito en Less (1982), mencionados en el apartado 2.3.1.5. Determinación de humedad, grasa, fibra y antioxidantes al polvo de jengibre.

#### d) Cenizas

Para la determinación del porcentaje de cenizas presentes se utilizó el método de Klemm según lo establecido en la AOAC (1998), colocando 0.5 g de muestra desengrasada en una cápsula de porcelana. Realizando tres repeticiones y calculando el promedio (%), desviación estándar y coeficiente de variación.

#### 2.3.4.2. Análisis microbiológico

Se realizó un análisis microbiológico, por medio de conteo de mesófilos (NOM-092), coliformes totales en placa (NOM-113), mohos y levaduras (NOM-111). Para estos análisis se utilizaron pipetas, matraces Erlenmeyer, probetas, tubos de ensayo, cajas Petri de vidrio y demás materiales que son necesarios para los análisis. Los materiales se lavaron con detergente líquido y se enjuagaron con abundante agua, dejándolas secar al aire. Una vez secas las cajas Petri como las pipetas, se envolvieron con papel estroza, colocando un poco de algodón en las boquillas de las pipetas para posteriormente esterilizar todos los materiales en una autoclave.

Debido a que la muestra es sólida, se trituró en un mortero, hasta obtener un polvo. Posteriormente se colocaron 10 g de la muestra en 90 ml de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer, para después filtrarlo y se prepararon tres diluciones ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ) como se muestra en la Figura 14.

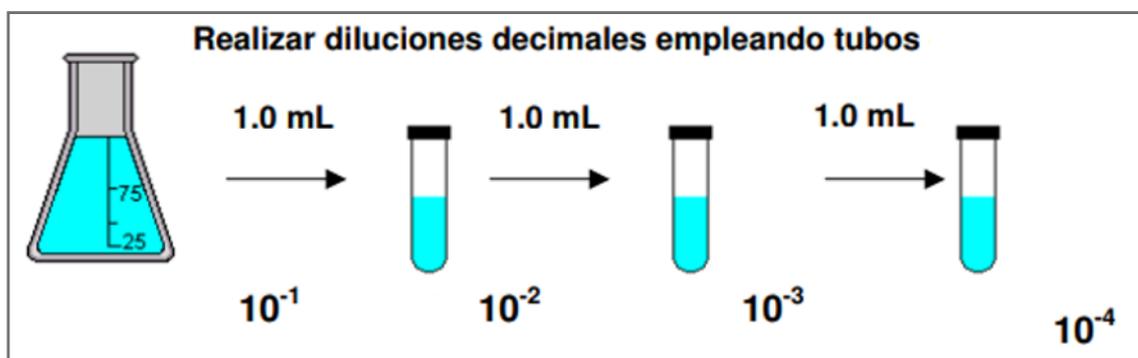


Figura 14. Preparación de cultivos (Baggini, 2016).

#### **a) Mesófilos aerobios**

Se prepararon 150 ml de cultivo agar cuenta estándar, como lo indican las instrucciones de preparación para el cultivo, inoculando por duplicado, 1 ml de la dilución correspondiente en cada caja. También se incluyó una caja sin inóculo como testigo de esterilidad, todo esto según lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Incubando las cajas en posición invertida a 35°C durante 24 horas.

#### **b) Coliformes totales en placa**

Se utilizó como medio de cultivo agar Mac Conkey, preparando la misma cantidad de medio. Inoculando por duplicado 1 ml de la dilución correspondiente para cada caja, incluyendo el testigo. Todo esto se hizo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, incubando las cajas con muestra en posición invertida a 35°C durante 24 horas.

#### **c) Mohos y levaduras**

Siguiendo lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, se utilizó como medio de cultivo agar papa dextrosa, se inoculó por duplicado 1 ml de la dilución correspondiente para cada caja, incluyendo el testigo. Las muestras se incubaron en posición invertida a 25°C durante 3 días.

### **2.1.1 Objetivo particular 4: Envase y etiquetado**

#### **2.1.1.1 Envase**

Existen muchos materiales con los cuales se puede crear un envase biodegradable, para los crutones se utilizaron bolsas biodegradables, haciendo un producto responsable con la naturaleza.

El diseño del envase contó con una base redonda, permitiendo que el empaque permanezca parado haciendo más fácil su almacenamiento, también contempla abre fácil, que son pequeños cortes, en la parte superior en los lados laterales del empaque y con un zipper resellable, para que el cliente pueda abrir y cerrar

el empaque, manteniendo el producto protegido y garantizando una vida útil más prolongada.

### 2.1.1.2 Etiqueta

La elaboración de la etiqueta fue con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015 donde se tienen las especificaciones generales de etiquetado de alimentos el cual debe contener:

- Nombre del producto.
- Lista de ingredientes en orden descendiente de acuerdo a su porcentaje el producto.
- Mención de algún componente alérgeno.
- Contenido neto.
- Nombre y domicilio del representante del producto.
- País de origen.
- Lote y fecha de caducidad.
- Información nutrimental.

Por último se calculará el contenido energético de la siguiente manera:

$$kJ = (g_{proteína} \times 4) + (g_{grasas\ totales} \times 9) + (g_{carbohidratos} \times 4) \quad (2.3)$$

### 2.1.2 Objetivo particular 5: Propuesta de estimación de vida útil

En los alimentos existen muchas cualidades que pueden ser evaluadas para la vida útil de ellos, sin embargo estos no son los mismos para todos los alimentos. Para la estimación de la vida útil de los crutones, se determinó que la característica más importante es la cantidad de antioxidantes, por otra parte también es indispensable hacer una evaluación sensorial esto para ofrecer un producto que cumpla con las expectativas del consumidor.

Por lo que se propone la elaboración de una prueba acelerada, por lotes de 400 gramos, sometiéndolos a tres diferentes temperaturas de almacenamiento, las cuales son: 30°C, 40°C y 50°C, durante cuatro diferentes tiempos: 0, 10, 15 y 20

días. El factor seleccionado como crítico, fue la cantidad de antioxidantes presentes, pues estos son los que llegan a sufrir cambios durante el almacenamiento y más cuando se someten a altas temperaturas. La cantidad de antioxidantes presentes se graficarán con respecto al tiempo donde se obtendrá una ecuación que explique su comportamiento.

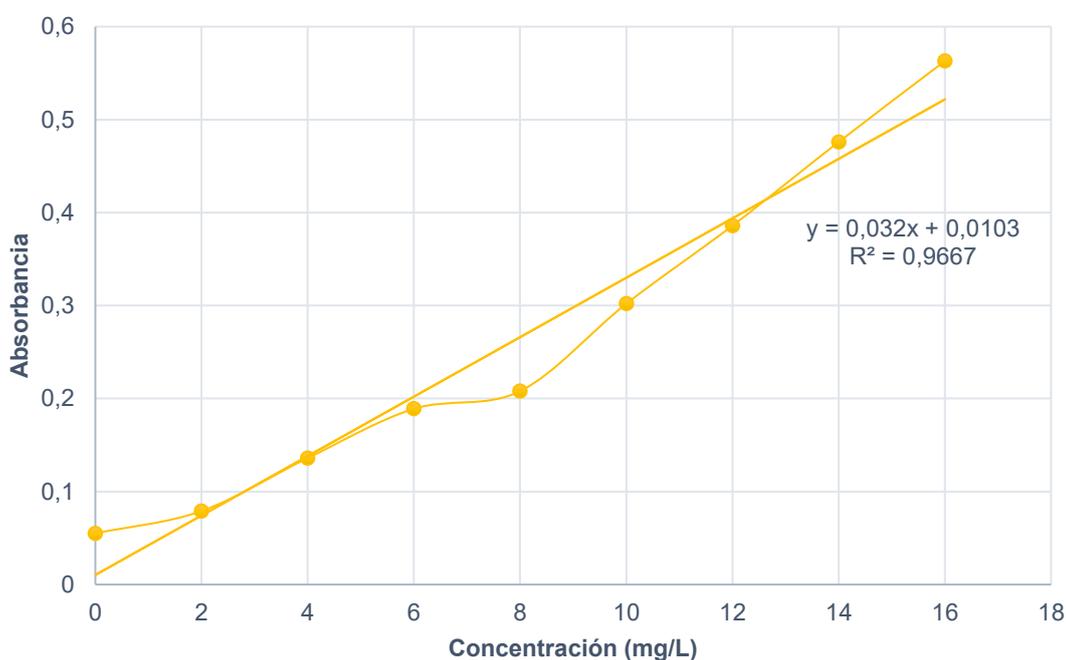
Asi mismo como se mencionó anteriormente es esencial, evaluar el producto mediante pruebas sensoriales, para asegurar cierto equilibrio entre los beneficios que este ofrece el producto y su sabor autentico.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1. Actividades preliminares

#### 3.1.1. Curva patrón de ácido gálico

Una vez teniendo las disoluciones de ácido gálico como se muestra en el apartado 2.3.1.1. de las actividades preliminares se obtuvieron las absorbancias para cada concentración por medio de un espectrofotómetro y luego se procedió a graficar los datos, como se muestra en la Figura 15.



**Figura 15.** Curva patrón de ácido gálico.

Se realizó una regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados, ya que se ajusta mejor a los datos experimentales obtenidos, cabe mencionar que a menudo se obtienen representaciones gráficas lineales, lo cual es deseable ya que están menos sujetas a error (Skoog, 2001).

La ecuación de la recta es  $y = 0.032x + 0.0103$ , donde el valor de la pendiente es: 0.032, la ordenada al origen es: 0.0103 y el coeficiente de correlación de Pearson ( $R^2$ ) que da una medida de la asociación entre dos variables, fue de 0.9667 por lo que se entiende que los datos obtenidos son confiables y que se puede utilizar la curva patrón para la determinación de fenoles ya que entre más

cercano se encuentre el valor de  $R^2$  a 1, significa que hay una asociación positiva más fuerte (Nieves, 2010).

### 3.1.2. Determinaciones al jengibre fresco

La Tabla 17 muestra los datos obtenidos en las determinaciones de humedad por la técnica de secado por estufa (NMX-F-294-SCFI-2011) y cantidad de antioxidantes por Folin-Ciocalteu (Valadez, 1990).

**Tabla 17.** Tabla comparativa de los resultados obtenidos del jengibre con datos bibliográficos.

Determinación	Experimental (%)	Desviación estándar	C.V	Referencia
<b>Humedad</b>	76.94	3.72	4.84	85.35 %
<b>Antioxidantes</b>	14.249*	0.008	0.505	-----

\*EAG Equivalentes de ácido gálico

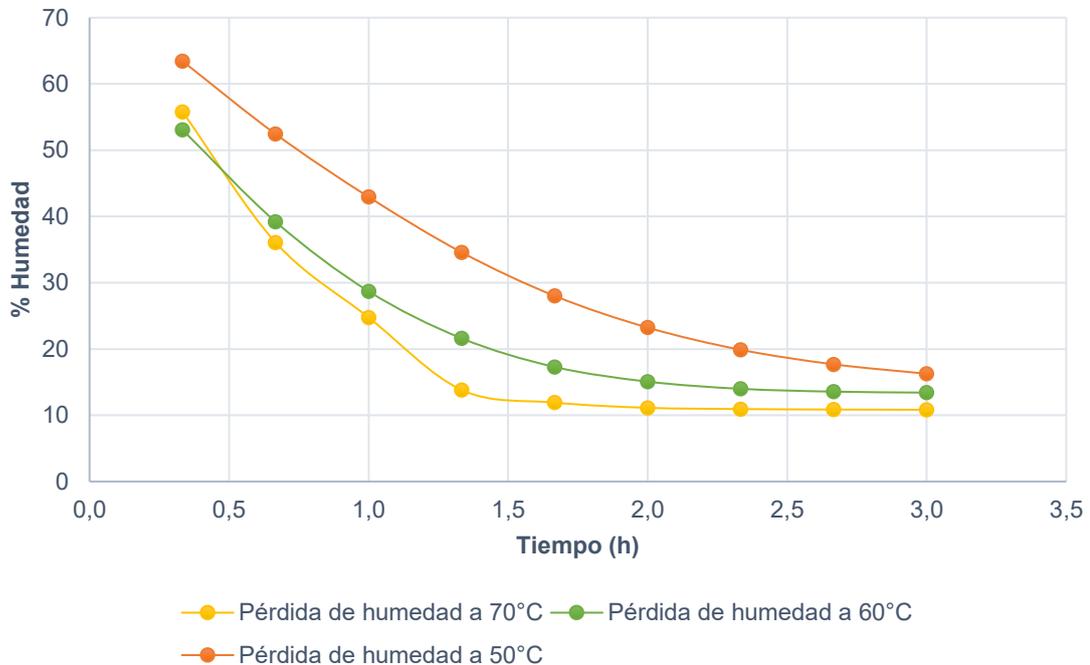
La cantidad de humedad presente el jengibre fresco fue de 76.94 % dato menor al reportado por Vásquez (2001), sin embargo esto se debe por la época del año y la calidad de los suelos en los que fue cultivado el jengibre, mientras que el contenido de fenoles totales fue de 14.249 mg equivalentes de ácido gálico por 100 gramos de jengibre.

El porcentaje de humedad será indispensable para la elaboración de curvas de pérdida de humedad del rizoma con respecto a un tiempo establecido de tres horas, ya que con ellas se determinará la temperatura adecuada para el secado del rizoma, tomando en cuenta también el porcentaje de fenoles presentes, ya que los compuestos fenólicos tienden a perderse cuando se aplica algún tratamiento térmico.

### 3.1.3. Condiciones de temperatura de secado del jengibre

Para la elaboración de las curvas de pérdida de humedad del rizoma, se secaron aproximadamente 100 g de los rizomas en rodajas de 7 mm de espesor, las cuales fueron colocadas en una charola metálica. Como ya se había mencionado

se estableció un tiempo de tres horas a tres diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C). Las curvas de pérdida de humedad a las tres diferentes temperaturas de muestran en la Figura 16.



**Figura 16.** Pérdida de humedad del rizoma de jengibre.

Como se observa en la Figura 16, cuando el rizoma es sometido a una temperatura de 50°C el porcentaje de humedad que tiene es del 16%, lo que estaría por encima del límite máximo establecido por la NOM-247-SSA1-2008, para las harinas que se emplean como materia prima en la elaboración de productos, por lo tanto esta temperatura es descartada. Cuando el rizoma es sometido a una temperatura de 70°C, la pérdida de humedad, pasadas dos horas es del 11%, sin embargo esta temperatura fue descartada debido a que las altas temperaturas afectan la cantidad de antioxidantes presentes en el jengibre, como se observa en la Tabla 18, es por ello que se eligió la temperatura de 60°C para el secado del jengibre, ya que tiene una humedad del 13% con 0.044 mg/ ml de antioxidantes.

**Tabla 18.** Cantidad de antioxidantes presentes en el polvo de jengibre a tres diferentes temperaturas.

Jengibre	EAG (mg/ml)
Secado a 50°C	0.045
Secado a 60°C	0.044
Secado a 70°C	0.043

\*EAG Equivalentes de ácido gálico

### 3.1.4. Elaboración del polvo de jengibre

En la Tabla 19 se muestra el porcentaje de cascará que se pierde después de someter 100 g de jengibre a un pelado.

**Tabla 19.** Porcentaje de cascará que se pierde después del pelado del jengibre.

Promedio (%)	Desviación estándar	C.V.
31.13	0.3526	1.1328

Se pierde un 31.13% de cascará sin embargo este dato puede cambiar ya que la forma del rizoma de jengibre no tiene una forma definida, es por ello que se tienen que elegir piezas que tengan el mínimo de formas irregulares, lo cual evitará que en el momento de ser pelados se tenga un porcentaje de pérdida mayor. Por otra parte en la tabla 20 se muestra el rendimiento que se obtuvo al elaborar el polvo de jengibre el cual fue de 9.56%.

**Tabla 20.** Rendimiento para la elaboración del polvo de jengibre.

Rendimiento (%)	Desviación estándar	C.V.
9.56	0.1502	1.5718

### 3.1.5. Elaboración de prototipos

Se elaboraron los crutones con las dos formulaciones que se muestran en el apartado 2.3.1.6. de las actividades preliminares. En la Tabla 21 se muestran las

variaciones con respecto al sabor al modificar las proporciones de las harinas de trigo-centeno, al variar la relación de las harinas trigo-centeno, leudante y concentración de jengibre.

Al elaborar los crutones con 40% de trigo y 60% de centeno, utilizando levadura como leudante, se obtuvo un producto muy duro y con un fuerte sabor amargo y picante, por lo que esta formulación fue descartada. Ahora bien al utilizar una relación en las harinas de 60-40% trigo-centeno, se notó un cambio en el sabor cuando se utilizaba como leudante bicarbonato en vez de levadura, pues la levadura hace que en el pan se intensifique el sabor amargo, como el picante conforme la concentración de jengibre va aumentando, por lo que se descartó esta formulación. De manera que se decidió trabajar con la segunda formulación donde se utiliza, bicarbonato como leudante ya que este no realza los sabores amargo y picante, además de dar una mejor apariencia y volumen al pan.

**Tabla 21.** Observaciones de los niveles de variación.

Trigo-centeno (%)	Leudante	Jengibre (%)	Sabor	
			Amargo	Picante
40-60	Levadura	4	Fuerte	Fuerte
60-40	Levadura	2	Ligero	Moderado
		3	Moderado	Fuerte
		4	Fuerte	Fuerte
	Bicarbonato	2	Ligero	Ligero
		3	Moderado	Moderado
		4	Moderado	Fuerte
70-30	Bicarbonato	3	Ligero	Ligero
		4	Moderado	Moderado

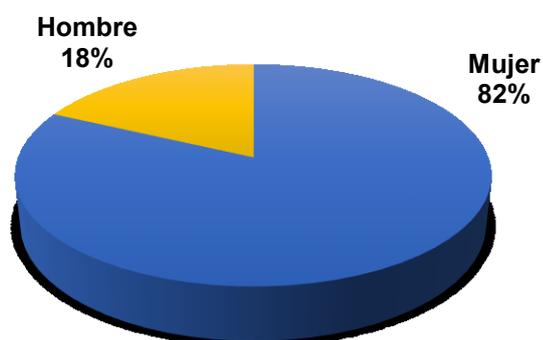
Los factores de variación junto con los niveles que se decidieron para la elaboración de los crutones se presentan en la Tabla 22. Ya que al utilizar una concentración de 3% y 4% de jengibre en el pan, fueron aceptables en el análisis sensorial a nivel laboratorio, se decidió utilizar las dos formulaciones para las cortezas, ya que se cree que los demás condimentos presentes en la corteza, enmascararan el sabor del jengibre.

**Tabla 22.** Cuadro de variables final.

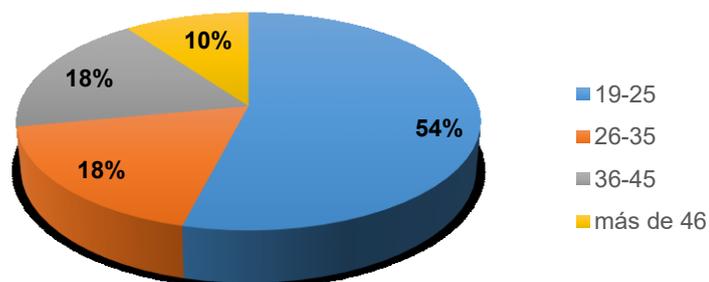
	Factor de variación	Niveles	Factor de respuesta	Técnica
Pan	Relación trigo-centeno	60-40%	Sabor y textura	Análisis sensorial
		70-30%		
	Leudante	Bicarbonato		
	Jengibre	3%		
4%				
Corteza	Jengibre	4%		
		5%		

### 3.2. Estudio de mercado

El estudio de mercado fue aplicado a 50 personas consumidoras, mediante una plataforma electrónica llamada “Formularios Google” en donde el 82% de las personas fueron mujeres y el 54% dentro de un rango de edad entre los 19 y 25 años como se muestra en las figuras 17 y 18.

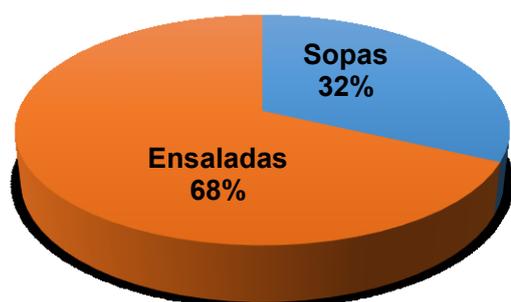


**Figura 17.** Sexo de las personas encuestadas.

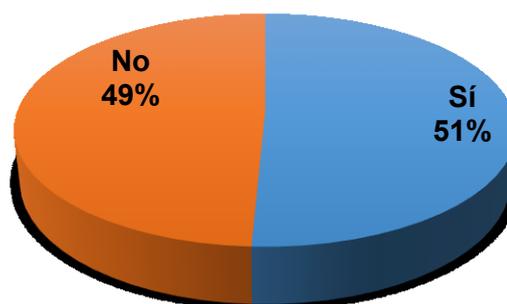


**Figura 18.** Edad de las personas encuestadas.

De acuerdo con los resultados de las encuestas aplicadas el 68% consumen crutones en ensaladas, mientras que el 32% gusta más de acompañar sus sopas con crutones (ver Figura 19). También el 51% suele ir a los supermercados o tiendas de su conveniencia a comprarlos y el 49% restante menciona que consumen crutones debido a que algún miembro de su familia los compra para su consumo personal (ver Figura 20).

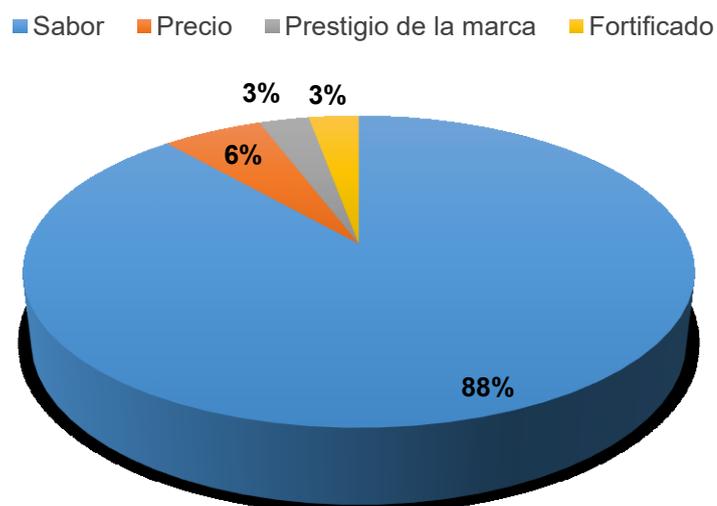


**Figura 19.** Alimentos en los que consumen crutones.

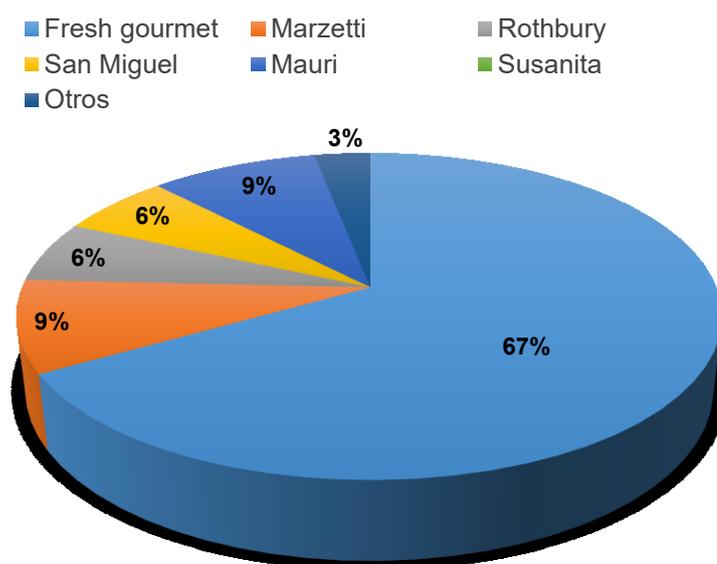


**Figura 20.** Personas que suelen comprar crutones para consumo personal.

Del 51% de personas que compran crutones, el 88% tienen como razón de compra principal, el sabor del producto (ver Figura 21) dejando a un lado el precio, por otra parte, ya que en el mercado existen varias marcas que ofrecen un producto alimenticio como son los crutones, el 67% de las personas encuestadas (ver Figura 22) dijeron que la marca de su preferencia es “Fresh Gourmet”, siendo entonces esta marca la principal competencia en el mercado para el producto desarrollado. También cabe señalar que la frecuencia con la que adquieren el producto, según el 67% de las personas, es de al menos una vez al mes (ver Figura 23).

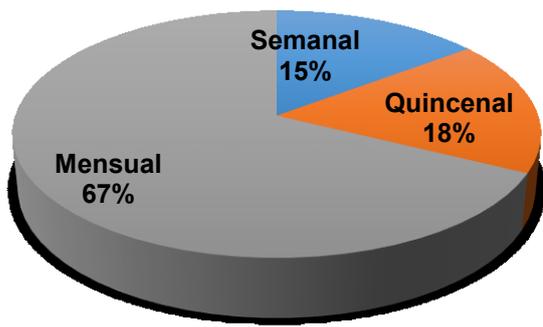


**Figura 21.** Decisión de compra de crutones.

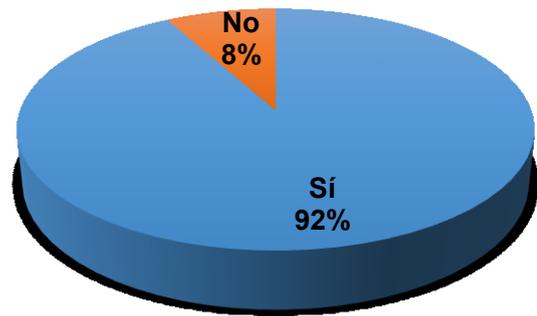


**Figura 22.** Marcas que usualmente compran.

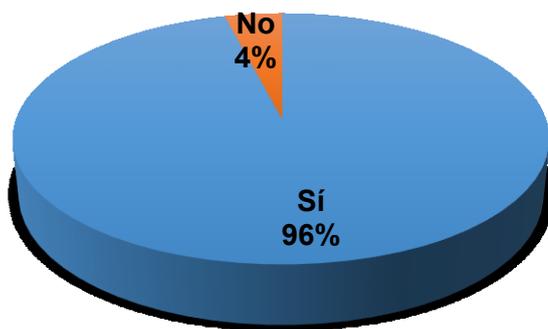
Ahora bien de las 50 personas encuestadas el 92% declaró que no tendría ninguna objeción para obtener un producto elaborado con centeno (ver Figura 24) así mismo el 96% también adquiriría algún producto adicionado con jengibre (ver Figura 25), pues el 54% de la población dice tener conocimiento sobre los aportes que el jengibre brinda a la salud y un 14% comenta que alguna vez, escucho de los beneficios y que estaría interesado en adquirir algún producto adicionado con jengibre (ver Figura 26).



**Figura 23.** Frecuencia de compra.



**Figura 24.** Disponibilidad de comprar un producto con centeno.



**Figura 25.** Disponibilidad de comprar un producto adicionado con jengibre.



**Figura 26.** Conocimiento de los beneficios del jengibre.

Finalmente ya que estas personas son consumidoras de crutones, se les cuestionó sobre la disponibilidad que tendrían por adquirir crutones adicionados con centeno y jengibre a lo cual el 96% afirmó que los adquirirán, siempre y cuando tuviesen un sabor agradable (ver Figura 27), por lo cual 30% estaría dispuesto a pagar por 150 g del producto un precio entre \$41 a \$50 MNX, mientras que un 24% un precio entre \$31 a \$40 MNX (ver Figura 28).

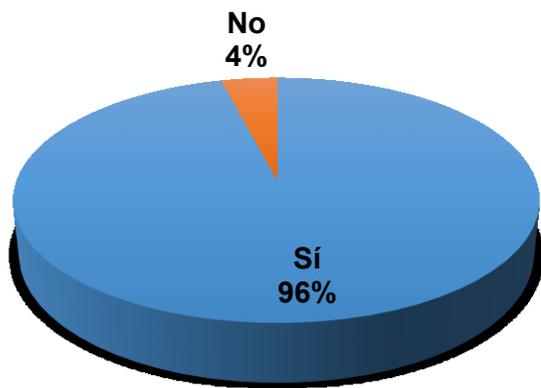


Figura 27. Disponibilidad de compra de crutones con centeno y jengibre.



Figura 28. Disponibilidad de pago por 150g.

### 3.3. Evaluación sensorial

Las concentraciones de cada prototipo están mencionadas en la Tabla 16 dentro del apartado 2.3.3.1. Evaluación sensorial.



Figura 29. Análisis de la muestra 786.

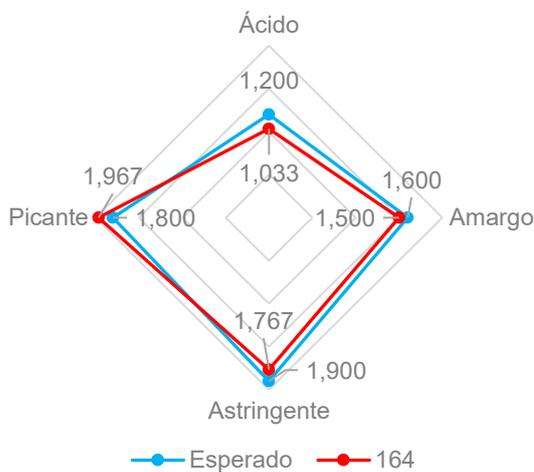
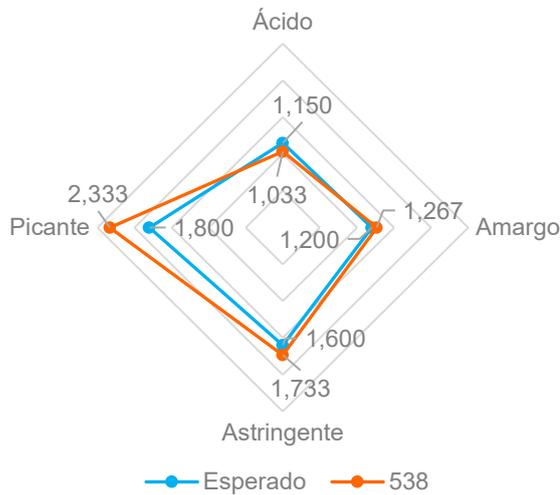


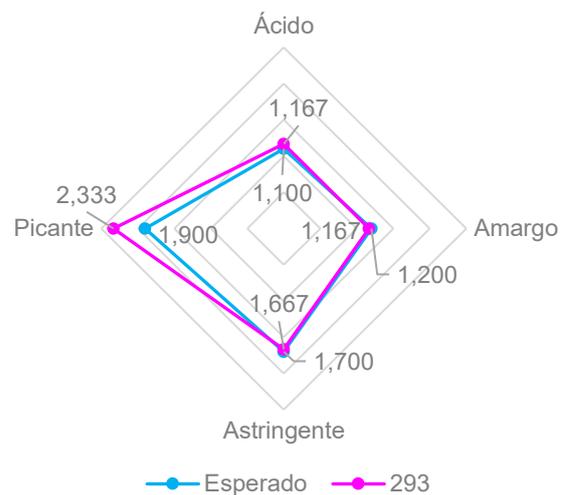
Figura 30. Análisis de la muestra 164.

Las medias esperadas de las muestra 786 y 164 tienen una diferencia en dos atributos (picante y astringente) ya que la concentración de jengibre varía para cada una. En la muestra 164 (ver Figura 30) las medias calculadas para cada atributo según los jueces fueron similares a lo que se esperaba, sin embargo

para el prototipo 786 (ver Figura 29) existe una diferencia en cuanto a picante, astringente y amargo, debido a la concentración de pimienta que se utilizó para la corteza, pues la pimienta y el jengibre intensificaron el sabor picante y astringente enmascarando el amargo del centeno en el pan.



**Figura 31.** Análisis de la muestra 538.



**Figura 32.** Análisis de la muestra 293.

En las Figuras 31 y 32 se muestra una comparación de las medias esperadas y las obtenidas por los jueces, para cada caso. En ambas muestras la relación de harinas (trigo-centeno) es de 70%--30% respectivamente. De igual modo se puede observar similitud en las medias para tres atributos: amargo, ácido y astringente sin embargo los jueces consideran que ambas muestras poseen un sabor más picante al que se había previsto, esto debido a la concentración de pimienta y jengibre.

Los crutones tienen que tener un sabor agradable al paladar y que sean lo menos duros al masticar, ya que el centeno es el que le brinda la dureza al pan. En la Tabla 23 se muestran las medias esperadas para el producto comparadas con las medias de los atributos para cada muestra. Para los jueces los prototipos 164 y 538 tuvieron un sabor menos ácido, pero solo el 164 fue menos picante. Las muestras 786 y 293 son las menos amargas, sin embargo la muestra 786, fue la más astringente y dura, ahora bien acorde a las medias del modelo se eligió la muestra 293 como la mejor. Esto se ve reflejado también en las medias para cada

muestra en la prueba de ordenamiento donde los jueces prefirieron a la muestra 293 (ver Tabla 24).

**Tabla 23.** Tabla comparativa de las medias de las muestras.

Muestras	Ácido	Amargo	Astringente	Picante	Dureza
Modelo	1.1	1.1	1.5	1.7	
786	1,13	<b>1,17*</b>	1,93	<b>1,97*</b>	3,57
164	<b>1,03</b>	1,50	1,77	<b>1,97*</b>	3,23
538	<b>1,03</b>	1,27	1,73	2,33	2,77
293	1,17	<b>1,17*</b>	<b>1,67*</b>	2,33	<b>2,13*</b>

\*Medias elegidas de cada atributo.

**Tabla 24.** Medias de la prueba de ordenamiento.

Muestras	786	164	538	293
Medias	2.3	2.4	2.5	2.9

### 3.4. Análisis del prototipo

#### 3.4.1. Pruebas químicas

Se determinó humedad, proteínas, grasa, cenizas, fibra cruda, carbohidratos y antioxidantes al prototipo seleccionado por los jueces según la prueba sensorial y los resultados obtenidos fueron comparados con una marca de crutones comercial (ver Tabla 25).

**Tabla 25.** Tabla comparativa de los componentes químicos del producto contra un producto comercial.

Determinación	Experimental (%)	Desviación estándar	C.V	Referencia <sup>2</sup> (%)
<b>Humedad</b>	8.67	0.0571	0.6582	8.8 <sup>3</sup>
<b>Proteína</b>	8.74	0.6828	7.8146	10
<b>Grasa</b>	10.04	0.5792	5.7706	17.14
<b>Cenizas</b>	7.4	0.7044	9.5163	-----
<b>Fibra cruda</b>	6.18	0.6115	9.9567	1.42
<b>Carbohidratos</b>	41	-----	-----	62
<b>Antioxidantes</b>	4.37 <sup>1</sup>	0.004	0.826	-----

<sup>1</sup> mg de EAG en 100g de muestra.

<sup>2</sup> Producto comercial

<sup>3</sup> Con base a los sólidos reportados en el envase

El porcentaje de humedad de los crutones fue similar a la del producto comercial lo que da un buen punto de referencia para la vida útil y a la poca probabilidad de que haya un crecimiento microbiano, dentro de los crutones de jengibre. El porcentaje de carbohidratos fue un poco menor al producto comercial ya que los crutones tuvieron un elevado porcentaje en cuanto a fibra, debido a la harina de trigo, centeno y al polvo de jengibre.

Los resultados obtenidos en el análisis químico se emplearon para la elaboración del etiquetado de los crutones siguiendo las especificaciones que marca la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

### 3.4.2. Pruebas microbiológicas

Se determinó la cantidad de UFC/g de mesófilos aerobios, coliformes totales así como mohos y levaduras todo de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas. Con estas pruebas se verificó la calidad higiénica del producto, así como se garantizó que las condiciones de proceso fueron adecuadas. En la Tabla 26 se muestran los resultados que se obtuvieron de cada prueba, donde se observa que no se desarrollaron UFC de mesófilos aerobios, coliformes totales ni mohos y levaduras en los crutones.

**Tabla 26.** Tabla comparativa de los resultados obtenidos de las pruebas microbiológicas.

Determinación	Técnica	Informe de la prueba	Referencia*
<b>Mesófilos aerobios</b>	Cuenta de bacterias aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994)	0 UFC/g de bacterias aerobias en placa en Agar Cuenta Estándar incubadas a 35°C durante 24 horas	1000 UFC/g como máximo
<b>Coliformes</b>	Cuenta de coliformes totales en placa (NOM-113-SSA1-1994)	0 UFC/g de coliformes totales en placa en Agar Mac Conkey incubados a 35°C durante 24 horas	10 UFC/g como máximo
<b>Mohos y levaduras</b>	Cuenta de mohos y levaduras en placa (NOM-111-SSA1-1994)	0 UFC/g de mohos y levaduras en placa en Agar Papa Dextrosa incubadas a 25°C durante 5 días	20 UFC/g como máximo

\* NOM-247-SSA1-2008

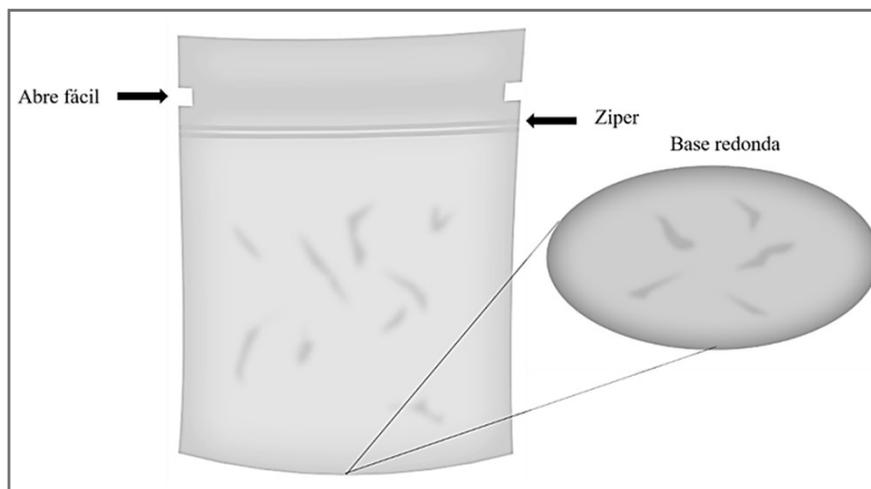
### 3.5. Envase y etiquetado

Los empaques que se utilizan para los crutones en el mercado son bolsas de plástico metalizadas, que lamentablemente no son renovables ni biodegradables, en algunos de los casos. Es por ello que se pensó en una bolsa laminada tipo stand up con zipper que fuera hecho con materiales biodegradables.

La bolsa hermética (ver Figura 33) protege al producto de la contaminación de bacterias y de materia extraña que llegase a estar en el medio, asegura un fácil vaciado del producto y por último tiene el espacio suficiente para la publicidad del producto. En la Tabla 27 se presentan las características del envase.

**Tabla 27.** Características del envase

Característica	Especificaciones
Material	Almidón de pasta de madera
Capacidad	150 g
Ancho	130 mm
Alto	210 mm
Fuelle	80 mm



**Figura 33.** Bolsa tipo stand up.

En la actualidad la competencia en la industria alimentaria es muy elevada, los consumidores exigen calidad, seguridad e inocuidad, es por ello que la bolsa cuenta con dos pequeños cortes en las partes laterales que a su vez están conectadas con una línea punteada, que se le conoce como "abre fácil" para que

el usuario solo tenga que jalar un pequeño corte para que el empaque este abierto.

Esta tecnología no solo permite abrir un empaque sin la necesidad de utilizar unas tijeras, sino que también, es un sello el cual garantiza al consumidor que ninguna persona ajena a alterado el alimento. Por otra parte la bolsa cuenta con un zipper, el cual tiene como objetivo facilitar el almacenamiento del producto una vez que el empaque ha sido abierto y proteger al alimento, garantizando así su vida útil.

El diseño del envase es un factor determinante para que la comercialización sea exitosa, en la Figura 34 se muestra el diseño de la bolsa tanto de la parte frontal como posterior. El color predominante en el envase es el naranja ya que este color esta mayormente asociado a alimentos cítricos el cual se concierne con el aroma que desprende el jengibre al ser cortado y hay algunos autores que relacionan a este color con la necesidad repentina de comer.

En la parte posterior se le colocó la figura de un rizoma de jengibre explicando brevemente donde se utiliza regularmente y un aporte a la salud, también se le agregaron sugerencias de consumo, para que el usuario tenga más ideas de como consumir el producto.

El envase es de una capacidad de 150 g de producto, donde se calculó que cada porción fuera de aproximadamente 30 g, por lo tanto se tendrían 5 porciones por cada envase. Teniendo en cuenta esto, se calculó el contenido energético conforme a lo



**Figura 34.** Diseño de la bolsa.

establecido en la NOM-05, utilizando la ecuación 2.3 que se encuentra en el apartado 2.3.5, los resultados se muestran en la Tabla 28.

**Tabla 28.** Contenido energético.

Contenido energético	kJ	kcal
Por porción de 30 g	95	23
Por envase de 150 g	476	114

De acuerdo a la modificación NOM-051-SCFI/SSA1-2010, que entro en vigor el 30 de junio del 2015, es obligatorio declarar la información nutrimental que se muestra en la Figura 35, colocando el tamaño de las porciones, la cantidad de las porciones y en este caso lo que cada porción aporta.

<b>INFORMACIÓN NUTRIMENTAL</b>	
Tamaño de la porción:	30 g
Porciones por envase:	5
Cada porción de 30 g aporta:	
Contenido energético	95 kJ (23 kcal)
Proteínas	3 g
Gras totales	3 g
Carbohidratos totales	12 g
Fibra dietética	2 g
Sodio	2 g
Minerales	2 g
Antioxidantes	1 mg
<b>Ingredientes:</b>	
<b>Harina de trigo</b> , sal soyada, <b>harina de centeno</b> , azúcar, bicarbonato de sodio, <b>leche</b> , <b>mantequilla</b> , polvo de jengibre y especias (cebolla, ajo, albahaca, pimienta y limón).	
<b>Hecho en México</b> por Mr. Geng S.A. de C.V. Av. 1º de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, C.P 54740.	
<b>MANTENGASE EN UN LUGAR LIMPIO Y FRESCO.</b>	

**Figura 35.** Etiqueta de información del producto.

Se muestra la declaración de los ingredientes, colocando en negritas los ingredientes que pueden llegar a ser alérgenos para algunas personas. Se indicó

en letras negritas el país de origen y la denominación o razón social así como el domicilio fiscal del responsable del producto. Por último se indicó la forma en la que se debe mantener el producto.

La declaración nutrimental frontal será obligatoria para el caso de las grasas saturadas, otras grasas, azúcares totales, sodio (se colocó el % de cenizas, debido a que no se realizó ninguna prueba para la determinación de sodio) y energía, esto independientemente de la información nutrimental anteriormente mencionada, la información deberá estar contenida en pequeños iconos ordenados, como se muestra en la Figura 36 cuyas dimensiones mínimas estarán en función al área de la parte frontal de exhibición.

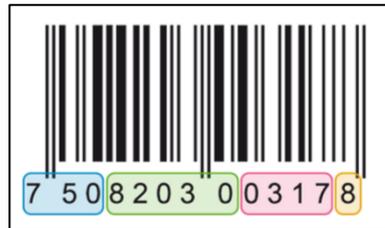


Figura 36. Etiquetado frontal.

El Código de Barras es una imagen que identifica a un producto de manera estandarizada y única en todo el mundo. Está compuesto por unas barras claras y oscuras que tienen dígitos numéricos en la parte inferior. Dependiendo del sector y artículo que se necesite identificar, es que se emplearán diferentes Códigos de Barras (GS1 México, 2013). Los códigos de barras se imprimen en los envases para el consumidor, de esta manera pueden ser leídos con rapidez por una láser en los controles de los supermercados, facilitando el control de los stocks para nuevos pedidos. La información obtenida a través de los códigos se puede almacenar para elaborar informes sobre la venta de determinados productos, sobre las ventas de competidores y para analizar los resultados de campañas de promoción y estrategias de marketing (Fellows, 1998).

El código de barras utilizado para el producto es de tipo GTIN-13 ya que está formado por 13 dígitos. En la Figura 37 se muestra el código de barras para el

producto. Los primeros 2 ó 3 dígitos serán el prefijo otorgado a cada país, en el caso de México es 750 (color azul), el código de cada empresa son los números remarcados en color verde, seguidos de la clave del producto (color rosa) y por último el dígito verificador el cual esta remarcado en color amarillo (GS1 México, 2013).



**Figura 37.** Código de barras (Imagen tomada de GS1 México, 2013)

La empresa CLIFTON PACKAGING la cual se dedica a la elaboración de bolsas destinadas para alimentos, es la empresa donde se adquirió las bolsas para los crutones, asegurando que las bolsas están hechas con un 40 % a 60 % (en peso) de pasta de madera renovable y que pasan los estándares ASTM D-6868 y D-6400 de Estados Unidos, los cuales son la base para la certificación de que los productos son "compostables".

Se decidió colocar el logotipo de 100% biodegradable en el envase, también se incluyó el logotipo de "HECHO EN MÉXICO" ya que es el distintivo oficial que identifica los productos hechos en México y que les permite ser reconocidos por los consumidores de nuestro país y del mundo (ver Figura 38) y por último se decidió incluir el logo que indica tirar la basura en su lugar.



**Figura 38.** Logotipos adicionales.

En la Figura 39 se muestra la colocación de todos los requisitos, para el empaque según la NOM-051 además del código de barras y los logos adicionales que se le agrego al empaque.

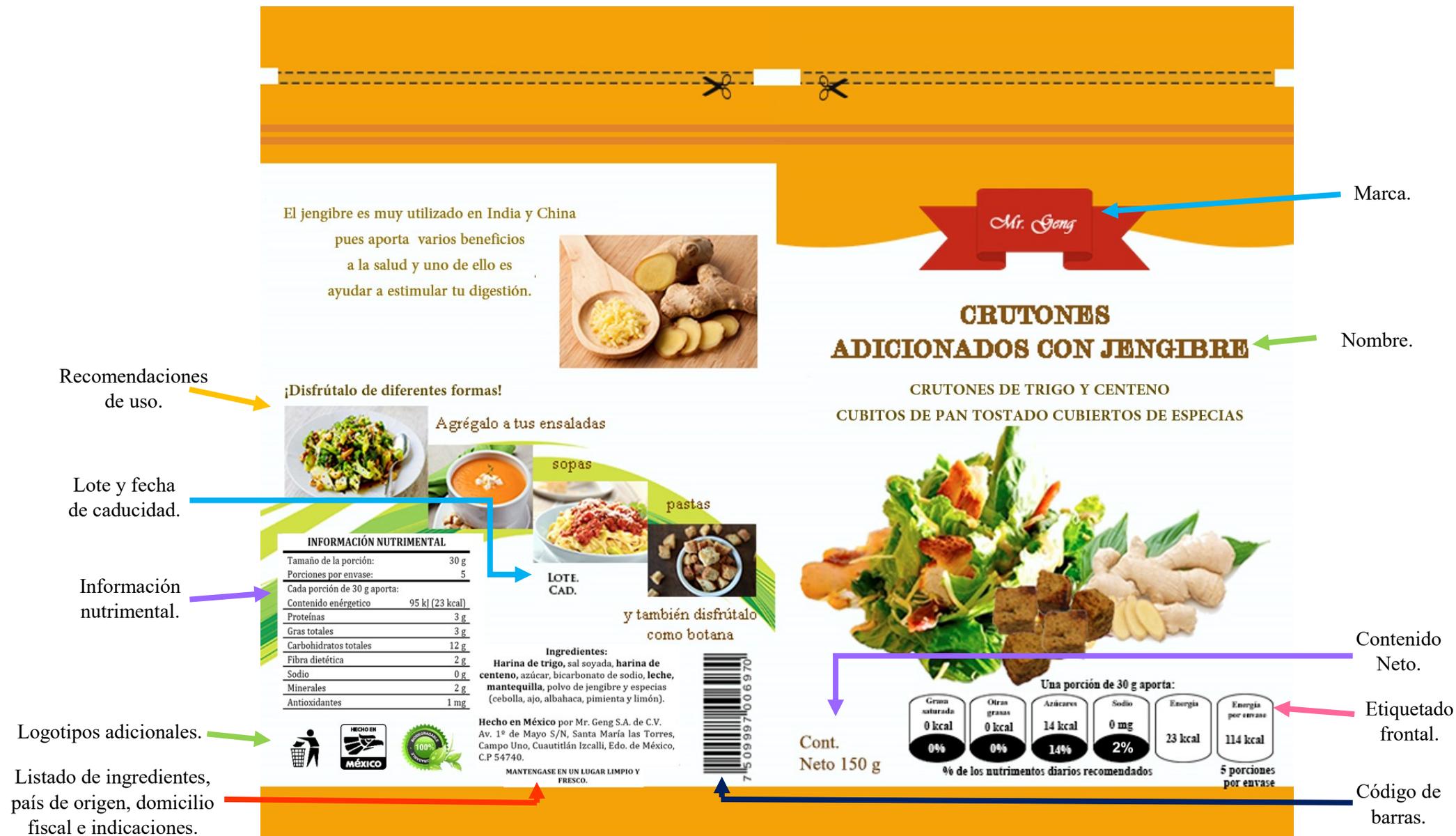


Figura 39. Partes y diseño de la bolsa.

## CONCLUSIONES

El estudio de mercado aplicado, con el objetivo de conocer la viabilidad de desarrollar crutones a base de harina de trigo y centeno, adicionados con jengibre, fue aceptado por el 96% de las personas encuestadas. La razón de aceptación por parte de los consumidores se debió a que la mayoría conoce o ha escuchado alguna vez los beneficios que aporta el consumo de jengibre en la salud.

El proceso adecuado para la obtención del polvo de jengibre es a una temperatura de 60°C durante 3 horas, ya que el polvo, terminado ese tiempo tiene un porcentaje de humedad del 13%, dato que se encuentra dentro del rango establecido por la NOM-247-SSA1-2008 para las harinas que se emplean como materia prima en la elaboración de productos y con una cantidad de antioxidantes de 0.044 mg/ ml.

El mejor prototipo fue el que contiene 30% de centeno, 4% de jengibre en pan y 4% de jengibre en corteza, siendo de mayor agrado su sabor. Con respecto al análisis químico realizado al prototipo seleccionado, indico que en comparación con un producto que está en el mercado, tiene un bajo porcentaje de grasas totales y un alto contenido de fibra lo cual facilita el tránsito intestinal.

Las pruebas microbiológicas realizadas al producto, arrojaron resultados donde puede decirse que todo el proceso, desde la elaboración del polvo de jengibre, hasta obtener el producto final, fue realizado con buenas prácticas, asegurando así la calidad higiénica del producto.

Se determinó que la bolsa lamina tipo stand up con zipper, es la mejor opción para el producto, ya que lo protege del medio y cuenta con nuevas tecnologías, como lo son el “abre fácil” que además sirve como sello de garantía de calidad e inocuidad, la base redonda que permite que la bolsa permanezca de pie y el zipper el cual facilita el almacenamiento del producto una vez que el empaque ha sido abierto ayudando a la vida útil del producto.

## RECOMENDACIONES

En cuanto al polvo de jengibre se recomienda, la elaboración de este en grandes cantidades y almacenarla, ya que el precio de jengibre fresco aumenta en temporadas de frío y disminuye su producción.

Realizar un análisis de costos y tiempos a nivel piloto para determinar el precio total de un paquete de 150 g de crutones adicionados con jengibre.

Realizar un perfil de ácidos grasos para identificar qué tipo de grasas están presentes en el producto y si están son benéficas para la salud de los consumidores.

Finalmente se recomienda llevar a cabo la determinación de la vida útil del alimento propuesta en el objetivo particular 5, determinando la cantidad de antioxidantes presentes mediante otras técnicas.

## REFERENCIAS

- ANZALDÚA MORALES, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: ACRIBIA, S. A.
- Anzueto, C. R. (30 de Agosto de 2012). *Modelos Matemáticos para la Estimación de vida útil de Alimentos*. Obtenido de: [http://www.academia.edu/7268294/MODELOS\\_MATEMATICOS\\_PARA\\_ESTIMACION\\_DE\\_VIDA\\_UTIL\\_DE\\_ALIMENTOS](http://www.academia.edu/7268294/MODELOS_MATEMATICOS_PARA_ESTIMACION_DE_VIDA_UTIL_DE_ALIMENTOS)
- AOAC (1998). *Official methods of analysis of the association analytical chemists AOAC, food composition, additives; natural contaminants*, Volumen II, 17<sup>a</sup> Edición. USDA: Publicado por association of official analytical chemistry.
- Badui Dergal, Salvador. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta edición. México: Pearson Educación de México, S. A. de C. V.
- Baggini, S. P. (2016). Nueva guía práctica del laboratorio microbiológico de aguas y alimentos (XIV Parte). [Figura]. Recuperado de: [https://bagginis.blogspot.com/2016/07/nueva-guia-practica-del-laboratorio\\_28.html](https://bagginis.blogspot.com/2016/07/nueva-guia-practica-del-laboratorio_28.html)
- Bartley, J. & Jacobs, A. (2000). Effects of drying on flavor compounds in Australian-grown ginger (*Zingiber officinale*). *J. Sci. Food Agriculture*, 80(2), 209-215.
- Blanco, F. M. (1880). Flora de Filipinas. [Figura]. Recuperado de: <https://commons.wikimedia.org>
- CLIFTON PACKAGING (2018). *Bolsas biodegradables*. Obtenido de: <https://www.cliftonpackaging.com.mx/bolsas-biodegradables-compostables-impresas/>
- Deriu, F. (2017). Herbs & Botanicals, Digestive Health, Trends & Business. [Figura]. Recuperado de: <http://www.nutritionaloutlook.com>
- Domínguez, A. (29 de Septiembre de 2013). La dieta del mexicano. *MILENIO*. Obtenido de: [http://www.milenio.com/tendencias/dietamexicano\\_0\\_162583786.html](http://www.milenio.com/tendencias/dietamexicano_0_162583786.html)

- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Cuba. Editorial Universitaria.
- Fellows, P. (1998). *Tecnología del proceso de los alimentos: Principios y prácticas*. [Traducido al español de Food Processing Technology: Principles and Practice]. Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.
- Ferrel, O. C., Hiartline M. (2006). *Estrategias de marketing*. 3ra edición. México: Thomson.
- Fonnegra, G. & Jimenez, S. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Segunda edición. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, pp. 150 - 152.
- Food and Agriculture Organization [FAO], (2017). Obtenido de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>.
- FreshFood, (2017). Banano Cavendish. [Figura]. Recuperado de: <http://freshfoods.mx/banana.php>
- García Baldizón, Claudia & Molina Córdoba, Manuel Enrique (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Ingeniería*, 18 (1, 2), 57-64.
- GS1 México (2013). *Guía: Código de producto*. Obtenido de: <http://www.gs1mexico.org/obten-tu-codigo-de-barras/manual-de-producto>
- Hoseney, R. C. (1991). *Principios de ciencia y tecnología de los cereales*. [Traducido al español de Principles Science and Tecnology]. Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.
- Hough G., Fiszman S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. 1era edición. España: Programa CyTED.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. & Brulé, G.. (2010). *Ciencia de los alimentos. Bioquímica - Bioquímica - Procesos - Productos. Volumen 2*. [Traducido al español de Science des aliments. Biochimie – Microbiologie – Procédés – Produits. Volume 2]. Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.

- Kent, N. L. (1987). *Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencia de los alimentos y agricultura*. [Traducido al español de Technology of cereals. An introduction for students of food science and agriculture]. Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.
- Kikuzaki, H. (2000). Ginger for drug and spice purposes. En Mazza, G. & Oomah, B., *Herbs, Botanicals and Teas* (pp. 75 - 99), Florida, United States America: Editorial CRC PRESS.
- Labuza, T.P. & Schmidt, M. K. (1985). Accelerated shelf-life dating of foods. *Food Technology*, 39(9), 57-134.
- Less R. (1982) *Análisis de los alimentos, métodos analíticos de control de calidad*. 2da edición. España: Editorial Acribia.
- Martínez, Á. C. (20 de Noviembre de 2013). Mala y desequilibrada, la dieta del mexicano, concluye encuesta. *La Jornada*. Obtenido de: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2013/11/20/mala-y-desequilibrada-la-dieta-del-mexicano-concluye-encuesta-2851.html>.
- Martínez, Y. (4 de Mayo de 2005). La alimentación saludable y 'para llevar' se imponen en el mercado global. *Tendencias21*. Obtenido de: [http://www.tendencias21.net/La-alimentacion-saludable-y-para-llevar-se-impone-en-el-mercado-global\\_a622.html](http://www.tendencias21.net/La-alimentacion-saludable-y-para-llevar-se-impone-en-el-mercado-global_a622.html).
- Nieves, Hurtado A. (2010). *Probabilidad y estadística para ingeniería un enfoque moderno*. México: McGraw-Hill/ Interamericana editores, S.A. de C.V.
- NMX-F-294-SCFI-2011. Determinación de humedad en muestras de 3 azúcares cristalizados.
- NMX-F-615-NORMEX-2004. Alimentos-determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos-método de prueba.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria.
- NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

- NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
- Noori, N., Hamedi, H., Kargozaric, M., Mahasti Shotorbanid, P. (2017). Investigation of potential prebiotic activity of rye sprout extract. *Food Bioscience* 19, 121–127.
- Othón, S. R. (2013). *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. México: AGT Editor. /2 reimpresión/
- Pedrero D., Pangborn R. (1996). *Evaluación sensorial de los alimentos*. México: Editorial Alhambra Mexicana.
- Potter, N. (1978). *La ciencia de los alimentos*. 2a ed. México D. F: Edutex, S. A.
- Povea Garcerant, I. (2015). *La función del envase en la conservación de los alimentos*. Bogotá, Colombia: Ediciones Unisalle.
- Primo Yúfera, Eduardo. (1998). *Química de los alimentos*. España: Síntesis, S. A.
- Proyecto Puente. (20 de Mayo de 2017). Obesidad en México seguirá a la alza hasta 2030: OCDE. *Proyecto Puente*. Obtenido de: <http://proyectopuente.com.mx/2017/05/20/obesidad-en-mexico-seguira-a-la-laza-2030-ocde/>.
- Quaglia, Giovanni. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. [Traducido al español de Scienza e tecnogia della panificazione]. Zaragoza, España: ACRIBIA, S. A.

- Ramírez Zermeño, Rosa María. (2010). *Alimentos funcionales: principios y nuevos productos*. México: Trillas.
- República. (16 de Agosto de 2010). Diccionario de cocina. *República*. Obtenido de: <https://gastronomiaycia.republica.com/2010/08/16/croutons/>.
- Romano, J. (2015). ¿Qué es el sabor umami? [Figura]. Recuperado de: <https://www.vinetur.com>
- Shukla, Y. & Singh M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 683-690.
- Siedentopp, U. (2008). El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión. *Revista de Acupuntura*, 2, 188-192.
- Skoog, Douglas A., Holler, F. James, Nieman & Timothy A. (2001). *Principios de análisis instrumental*. [Traducido al español de Principles of instrumental analysis]. Quinta edición. Madrid, España: McGraw-Hill/ Interamericana de España, S. A. U.
- Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P. & Gargova, S. (2007). Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chemistry*. 102, 207-208.
- UNAM. (2013). Estructura y Morfología de los Cereales. [Figura]. Recuperado de: <http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx>
- Valadez M., E. M.L. Ortega, A. Carballo y L. Fucikovsky.(1990). Flavonoides de la testa del frijol como inhibidores de dos bacterias fitopatógenas. *Agrociencia. Serie Protección Vegetal*, 1(2), 75-91.
- Valencia García, F. E., Millán Cardona, L. de Jesús & Jaramillo Garcés, Y. (2008). Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías. *Revista Lasallista de Investigación*, 5 (1), 28-33.
- Vásquez R. O., Alva, A. & Marreros V. J. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1(1), 38-42.

- Vidales Giovannetti, M. D. (1997). *El mundo del envase. Manual para el diseño y producción de envases y embalajes*. México: Gustavo Gili de México, S.A.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., Elías, L.G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. [Traducido al español de Basic Sensor y Methods for Food Evaluation]. Montevideo, Uruguay.
- Zielinski, H., Dolores del Castillo, M., Przygodzka, M., Ciesarova, Z., Kukurova, K. & Zielin´ska, D. (2012). Changes in chemical composition and antioxidative properties of rye ginger cakes during their shelf-life. *Food Chemistry* 135, 2965–2973.