



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

“Aprovechamiento de bagazo de manzana (*Malus domestica*) para elaboración de una harina de hot cakes libre de gluten.”

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTAN:
BRAVO TODD NORMA FERNANDA
RAMÍREZ RANGEL MARÍA FERNANDA**

**ASESORAS:
DRA. MA. ANDREA TREJO MÁRQUEZ
I.A GABRIELA HERMOSILLO MORENO**

Cuatitlán Izcalli, Edo. de México. 2023



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN



UNAM
CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO

DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERRAMA BARRIÓ
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

Aprovechamiento de bagazo de manzana (Malus Domestica) para elaboración de una harina de hot cakes libre de gluten.

Que presenta la pasante: **Norma Fernanda Bravo Todd**
Con número de cuenta: **415113751** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de Enero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Carolina Moreno Ramos	
VOCAL	M. en C y M. en I. Ana María Soto Bautista	
SECRETARIO	Dra. María Andrea Trejo Márquez	
1er. SUPLENTE	Dr. Enrique Martínez Manrique	
2do. SUPLENTE	Dra. Samantha Alejandra Real Sandoval	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional

MCVB/cga*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

**DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



**UNAM
CUAUTITLÁN**

ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDEHERRANA BRUNO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

Aprovechamiento de bagazo de manzana (Malus Domestica) para elaboración de una harina de hot cakes libre de gluten.

Que presenta la pasante: **María Fernanda Ramírez Rangel**
Con número de cuenta: **415081201** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de Enero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Carolina Moreno Ramos	
VOCAL	M. en C y M. en I. Ana María Soto Bautista	
SECRETARIO	Dra. María Andrea Trejo Márquez	
1er. SUPLENTE	Dr. Enrique Martínez Manrique	
2do. SUPLENTE	Dra. Samantha Alejandra Real Sandoval	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional

MCVB/cga*

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT (IT202419) “Aplicación de tratamientos de ultrasonido, campos eléctricos y cocción solar en el procesamiento de productos hortofrutícolas típicos de México” de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM y la cátedra CI2246, FESC-UNAM

DEDICATORIAS

Quiero agradecer a mi mami **Norma Todd**, por siempre impulsarme a ser mejor, gracias mami por siempre recordarme que yo podía con todo, por nunca dudar de lo que podía llegar a lograr, nunca dejarme sola y sobre todo por ser ese gran ejemplo. Por fin logré lo que soñábamos, te admiro más de lo que te imaginas. Te amo mima

A mi papi **Alfredo Bravo**, por todo el esfuerzo que hacías por mi cuando te levantabas temprano para llevarme a la escuela, y regresabas por mí en la tarde. Por las veces que me ayudaste con temas que no entendía, por aguantar mis desveladas y ser mi apoyo, aún recuerdo que tu regalo de cumpleaños fue el resultado de quedarme en la UNAM. Te amo papito

A mi hermano **Dani**, por ser mi confidente a pesar de todo, por ser ese gran amigo que siempre está para mí; por las noches de diversión y tardes de pelis que pasamos. Sabes que siempre estaremos juntos. Te amo.

A mi querida abue, **Pilar**, por siempre estar cuando más te necesito, por el esfuerzo que hacías para llevarme y traerme de la universidad, por la confianza que nos tenemos, por todo lo que vivimos juntas, por cuidarme cuando era niña y hacer que mis vacaciones fueran las mejores, por los días de cumpleaños que me despertabas con las mañanitas y por siempre mostrarme tu amor. Te quiero mucho querida.

Mi pay, mi abue, **Alfredo**, porque hiciste que disfrutara mi niñez al máximo, por siempre consentirme, por los desayunos los domingos, por las veces que caminábamos hacia una nueva aventura de la mano y cantando, por cargarme cuando me cansaba, por ser un guerrero súper fuerte que sale adelante de cualquier situación, siempre estaré contigo. Te quiero mucho pay.

A mi amiga y compañera de la universidad, con quien realice esta Tesis, **Fer Rangel**. Quiero agradecerte por la paciencia, por cada paso que dimos juntas, las llamadas, las desveladas, las risas, las pláticas, lo vivido, pero sobre todo agradecer que fuiste esa persona que estuvo cuando más lo necesitaba, esa amiga que me impulsaba cuando no podía más. Gracias por estar conmigo siempre y por compartir este proyecto tan importante para ambas, te quiero.

A mis maestras de Taller y asesoras de Tesis. **Andrea, Selene y Gaby**. Gracias por los conocimientos compartidos, por la paciencia que nos tuvieron regresando de la pandemia, por ser nuestra guía y hacer que el regreso no fuera difícil.

A mis amigos de la universidad.

Saray, Iván y Gaby, agradezco a la vida por poner en mi camino personas como ustedes. Gracias por las aventuras que vivimos juntos.

Fernanda Bravo Todd

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a la máxima casa de estudios **UNAM**, por darme la oportunidad de concluir mis estudios, por brindarme la mejor formación académica y por cambiarme la vida de una forma inigualable.

Quiero dedicar esta tesis a mi abuela **Micaela Badillo Contreras** y a mi abuelo **José Guadalupe Rangel García** por que fueron y seguirán siendo los mejores abuelos, agradezco por sus cuidados, cariño, consejos y por todo lo que me brindaron en vida. Prometí darles la satisfacción de entregarles mi título, pero sé que desde donde quiera que estén, estarán muy orgullosos por este logro, que desde el día que partieron esa fue mi promesa, los amo infinitamente.

Agradezco profundamente a mi madre **María del Carmen Rangel Badillo**, por siempre alentarme a ser mejor persona, por apoyarme siempre en las buenas y en las malas, por demostrarme tu cariño como tu solo lo sabes dar y sobre todo por jamás dejarme sola cuando más lo necesitaba. Eres un orgullo de mujer, de superación y de muchas cosas más.

A mi padre **Alejandro Ramírez Pérez**, por todo el apoyo, cariño y amor que me has brindado por que sin ti tampoco lo hubiera logrado, cada “escalón” que me llegaste a mencionar lo pude subir gracias a ti, gracias por comprenderme en cada etapa por la que pase, por ser quién eres conmigo. Sin ti y sin mamá, jamás lo hubiera logrado

A mis amigos **Jhoana, Jonathan Niño, Vale, Karla, Gaby, Iván y Mayra**, les agradezco por ofrecerme su amistad, por estar en las buenas y en las malas, por compartir momentos inolvidables y por siempre demostrarme su lealtad, porque con amistades como estas uno puede lograr cualquier cosa.

Fernanda Bravo Todd, agradezco por compartir este proyecto importante para las dos, por esas desveladas, esas platicas y aventuras. Te agradezco por ser mi amiga, me llevo de ti los buenos momentos gracias por todo lo que aprendimos juntas.

A mis asesoras y sinodales, por darse el tiempo de compartir este proyecto junto conmigo y no queda de más que agradecerles todo el tiempo y enseñanza que me brindaron.

Fernanda Rangel

ÍNDICE	Pág.
Resumen.....	1
Introducción.....	3
1. Antecedentes	5
1.1. Generalidades de la manzana.....	5
1.1.1. Definición y origen.....	5
1.1.2. Clasificación taxonómica, morfología y variedades	5
1.1.3. Producción, importación y exportación.....	8
1.1.4. Composición química	10
1.1.5. Industrialización de la manzana	11
1.1.6. Propiedades y subproductos	12
1.2. Fibra.....	14
1.2.1. Definición	14
1.2.2. Clasificación	15
1.2.3. Componentes de la fibra dietética	16
1.2.4. Adición de fibra en productos de panificación	17
1.3. Panificación.....	17
1.3.1. Definición y productos.	17
1.3.2. Gluten, definición y propiedades.	20
1.3.3. La celiaquía y sus causas	21
1.3.4. Alimentos libres de gluten	21
1.3.5. Aditivos en panificación de productos libres de gluten	24
1.3.6. Propiedades funcionales	25
2. Objetivos	28
2.1. General	28
2.2. Particulares	28
3. Metodología experimental	30
3.1. Cuadro metodológico	30
3.2. Actividades Preliminares	31
3.2.1. Material biológico	31
3.2.2. Obtención de la harina de manzana.....	31
3.3. Elaboración de estudio de mercado	32

3.4.	Evaluación de las propiedades funcionales de la harina de manzana	37
3.4.1.	Capacidad de hinchamiento	37
3.4.2.	Absorción de agua	37
3.4.3.	Absorción de aceite	38
3.5.	Elaboración de prototipos de hot cakes	38
3.5.1.	Evaluación sensorial	40
3.6.	Técnicas para la determinación de la composición química del producto	41
3.6.1.	Humedad	41
3.6.2.	Cenizas	42
3.6.3.	Proteínas	42
3.6.4.	Carbohidratos	42
3.6.5.	Fibra dietética	43
3.6.6.	Lípidos	43
3.6.7.	Gluten	43
3.6.8.	Sodio	44
3.6.9.	Cálculo de Aporte Energético	44
3.6.10.	Análisis Estadístico	44
4.	Resultados y análisis	45
4.1.	Estudio de mercado	45
4.2.	Propiedades funcionales	56
4.2.1.	Harina de bagazo de manzana	56
4.2.2.	Prototipos de hot cakes	57
4.3.	Elaboración de prototipos y evaluación sensorial	62
4.4.	Composición química y diseño de etiqueta	66
5.	Conclusiones	74
6.	Recomendaciones	76
	Bibliografía	77

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Variedades de manzana.	7
Tabla 2. Composición química de la manzana.	10
Tabla 3. Productos industrializados a base de manzana.	11
Tabla 4. Composición química de bagazo de manzana obtenido de la producción de sidra de manzana	14
Tabla 5. Composición química del bagazo de manzana obtenido de la producción de jugos.	14
Tabla 6. Componentes de fibra	16
Tabla 7. Tipo de masas para panificación.....	18
Tabla 8. Productos de panificación.	19
Tabla 9. Alimentos libres de gluten	22
Tabla 10. Propiedades funcionales del bagazo de manzana obtenido de la producción de jugo y sidra de manzana.....	27
Tabla 11. Datos reportados por INEGI.....	32
Tabla 12. Nivel de certeza	33
Tabla 13. Formulación de prototipos de hot cakes	40
Tabla 14. Marcas de harina de hot cakes comerciales	45
Tabla 15. Resultados propiedades funcionales de harina de manzana	57
Tabla 16. Composición Química de prototipo 85:15	67
Tabla 17. Aporte energético prototipo 85:15	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Estructura de la manzana	6
Figura 2. Producción mundial de manzana	8
Figura 3. Producción nacional de manzana Fuente. PROFECO (2021).....	10
Figura 4. Cuadro Metodológico.....	30
Figura 5. Diagrama de proceso obtención de harina de bagazo de manzana ..	31
Figura 6. Encuesta de estudio de mercado.....	34
Figura 7. Encuesta de estudio de mercado.....	35
Figura 8. Encuesta de estudio de mercado.....	36
Figura 9. Diagrama de procesos elaboración de hot cakes.	39
Figura 10. Encuesta para la evaluación sensorial de los prototipos de hot cakes.	41
Figura 11. Agrado en el consumo de hot cakes en consumidores potenciales.	48
Figura 12. Tipos de harinas para hot cakes que adquieren consumidores potenciales.	48
Figura 13. Número de piezas de hot cakes que comen habitualmente los consumidores potenciales.....	49
Figura 14. Frecuencia de consumo de hot cakes en consumidores potenciales.	50
Figura 15. Conocimiento de los consumidores potenciales sobre los beneficios del consumo de la manzana.....	50
Figura 16. Porcentaje de personas con celiaquía en consumidores potenciales.	51
Figura 17. Porcentaje de aceptación de productos libres de gluten en consumidores potenciales.....	52
Figura 18. Porcentaje de consumo potencial de hot cakes a base de harina de	

bagazo de manzana en consumidores.	52
Figura 19. Rango de precios que pagarían consumidores potenciales por harina de hot cakes.	53
Figura 20. Alternativas de puntos de venta de harina de hot cakes en consumidores potenciales.....	54
Figura 21. Influencia del empaque en la compra de harina para hot cakes en consumidores potenciales.	54
Figura 22. Atributos de empaque para harina de hot cakes que impactan en consumidores potenciales.....	55
Figura 23. Preferencia de consumo de hot cakes a base de harina de manzana en consumidores potenciales.....	55
Figura 24. Absorción de aceite de prototipos	58
Figura 25. Absorción de agua de prototipos.....	59
Figura 26. Capacidad de hinchamiento de prototipos	60
Figura 27. Comparación de viscosidades de prototipos.....	61
Figura 28. Color de muestras de hot cakes.....	62
Figura 29. Olor de muestras de hot cakes	63
Figura 30. Dulzor de muestras de hot cakes.....	64
Figura 31. Sabor de muestras de hot cakes.....	65
Figura 32. Textura de muestras de hot cakes	66
Figura 33. Información nutrimental	70
Figura 34. Etiquetado frontal nutrimental	71
Figura 35. Sellos de advertencia	71
Figura 36. Logo Natural Cake.....	71
Figura 37. Etiqueta Frontal	72
Figura 38. Etiqueta trasera	73



Resumen

Zacatlán de las Manzanas Puebla, es el principal productor en el estado de la manzana “criolla”; este municipio es reconocido por su tradición en el cultivo y su aprovechamiento de este fruto. Su comercialización es amplia, desde la venta en mercados locales, hasta la venta para industrias sidreras y jugueras. Estas industrias generan grandes cantidades de desechos provenientes de la manzana, ocasionando problemas económicos y ambientales. El objetivo de este proyecto es aprovechar el subproducto generado por estas industrias, para el desarrollo de una harina apta para su aplicación en una premezcla de hot cakes. Este subproducto tiene alto contenido de fibra, lo que le otorga un gran potencial nutricional para mejorar la formulación de este tipo de productos.

Las manzanas criollas utilizadas provenientes de Zacatlán de las Manzanas se obtuvieron en el municipio de San Martín Texmelucan, Puebla. Para el proceso de obtención de la harina de bagazo, las manzanas pasaron por un proceso de extracción de jugos, para posteriormente obtener únicamente el bagazo de manzana, el cual fue secado y molido para obtener harina. A esta harina se le determinaron propiedades funcionales como capacidad de hinchamiento, absorción de agua y absorción de aceite, con el fin de determinar si es un subproducto funcional en la elaboración de productos de panificación

Un estudio de mercado se realizó a 173 personas del público en general, aplicando un cuestionario referente al consumo de hot cakes a base de bagazo de manzana, esto con el fin de conocer su aceptación y la frecuencia con que los consumiría, para determinar su viabilidad dentro del mercado.

Con el fin de obtener un producto funcional se formularon 3 premezclas para hot cakes (90:10 %, 85:15 % y 80:20 % harina de arroz/ harina de manzana) y para su selección se realizó una evaluación sensorial y se determinaron sus propiedades funcionales a cada mezcla para la elaboración de hot cakes, comparándola con una harina comercial para seleccionar la mejor formulación. De acuerdo con la



evaluación se seleccionó la mejor formulación que fue 85:15, presentando una buena absorción de agua 6.19 g/g, absorción de aceite 4.88 g/g, capacidad de hinchamiento 9.46 ml/g y viscosidad, adecuadas para la elaboración de hot cakes. Posteriormente se elaboraron los hot cakes con la formulación 85:15 y se realizó un análisis químico proximal encontrándose: 42.40% de humedad, 2.34% cenizas, 2.28% carbohidratos, 6.74% proteínas, 3.38% lípidos, 4.29% fibra dietética, 0.43 % de sodio y libre de gluten, para determinar su aporte nutrimental y desarrollar una etiqueta de acuerdo con la NOM-051-SFCI/SSA1-2010.

Se concluye que el bagazo de manzana puede ser utilizado en harina para la elaboración de hot cakes libres de gluten, siendo una opción tecnológicamente viable.



Introducción

El manzano (*Malus domestica*) es un árbol frutal pomáceo que se cultiva en todo el mundo y en México. Este árbol es originario de Asia Occidental, el cual se ha cultivado desde hace miles de años en Asia y Europa, sin embargo, su introducción a América fue gracias a los colonizadores (López Cuevas, 2014). Actualmente existen un sin fin de variedades que se desconocen con exactitud, pero se estiman que hay aproximadamente 7,500 variedades que se comercializan por todo el mundo. Las variedades principales que se comercializan son la 'Golden' y 'Red Delicious'. La composición de la manzana es una de las más completas a nivel nutricional ya que el contenido de fibra y pectina se considera beneficioso para la salud hablando del sistema digestivo (Seipel *et al.*, 2009).

Actualmente Zacatlán Puebla, es uno de los principales productores de este árbol frutal, en especial de la manzana denominada criolla, que es utilizada para la producción de sidras y jugos (Figuroa y López, 2017). Durante el procesamiento de estos productos se generan subproductos tales como el bagazo de manzana, el cual está compuesto por el 25-30 % del peso total de la fruta, es decir, se compone por la cáscara, semilla, tallos y pulpa. Sin embargo, este subproducto contiene importantes cantidades de nutrientes, siendo una fuente importante de fibra dietética (Trías *et al.*, 2020). La fibra dietética de diversas fuentes se utiliza para reemplazar la harina de trigo en los productos horneados (Zaikina *et al.*, 2021). El desarrollo de alimentos libres de gluten es una alternativa para las personas que sufren de intolerancia permanente a las prolaminas presentes en el trigo, avena, cebada y centeno por sus siglas (TACC) y productos derivados de estos cuatro cereales (Pellicer *et al.*, 2014).

Esta intolerancia genera una lesión característica de la mucosa intestinal, provocando una atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que altera o disminuye la absorción de los nutrientes de los alimentos (Rocha *et al.*, 2015).



INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta lo anterior, el principal objetivo de este proyecto es aprovechar los residuos generados por la industria procesadora de manzana (*Malus domestica*) a partir de un secado y una molienda, obteniendo una harina funcional mezclada con harina de arroz para elaboración de hot cakes, libres de gluten.



1. Antecedentes

1.1. Generalidades de la manzana

1.1.1. Definición y origen

Es un fruto que crece del árbol de manzano frutal pomáceas y se cultiva en todo el mundo desde hace miles de años incluyendo México (López Cuevas, 2014). El fruto posee una estructura firme, pulpa carnosa y se deriva del receptáculo de la flor. Existen diferentes variedades, las cuales se caracterizan y difieren de color desde un verde claro a un rojo oscuro); tamaño (con dimensiones mayores al de una cereza o igual al de una toronja) y sabor (SAGARPA, 2016). Su origen es de Asia Occidental, la cual remonta su domesticación en el siglo X y su llegada a América fue gracias a los colonizadores en el siglo XVII. Debido a esto hoy en día existen más de 7,500 variedades de este fruto, entre éstas existen diferentes usos, como la elaboración de sidras, dulces, jugos, su consumo en mesa, etc. (López Cuevas, 2014). Puebla es uno de los principales estados productores de manzana desde el tiempo del virreinato principalmente en los municipios de Zacatlán, Tetela, Zacapoaxtla, Teziutlán, Saltillo, Fragua y Tlachichuca. La fruta es cosechada entre los meses de julio a septiembre, teniendo un 90% de producción en las variedades “gala” y “rayada” (Peraza *et al.*, 2020).

1.1.2. Clasificación taxonómica, morfología y variedades

La NMX-FF-061-2003 menciona que la manzana es un fruto perteneciente a la familia Rosaceae, subfamilia *Pomaideae*, género y especie *Malus pumila Mill* y *Malus domestica Borkh*, siendo su forma, tamaño, color y sabor son característicos de acuerdo con la variedad de ésta.

Las principales características del árbol del manzano son las siguientes:

Árbol: se caracteriza por ser caducifolio, su altura puede alcanzar hasta un máximo de 10 metros debido a que cuenta con una copa globosa, mientras que el tronco



tiene una altura de 2-2.5 metros, la cual su corteza cuenta con lenticelas y es de color verdoso y escamoso sobre los ramos y color gris pardo sobre las partes viejas del árbol, su vida oscila entre los 60-80 años.

Hojas: Las hojas tienen una forma ovalada, acuminadas, aserradas y cuentan con dientes obtusos, son blandas de color verde claro. Mientras que las yemas presentan una forma ovoide con pequeñas escamas (Cárdenas, 2013).

Flor: las flores son grandes, las cuales abren días antes que las hojas. Las flores del manzano son hermafroditas, de color rosa pálido a blanco. Esta inflorescencia se le denomina “cima” donde la flor terminal se le denomina “flor reina” y puede dar el fruto más grande. Las flores están formadas por cinco carpelos que contienen generalmente dos óvulos, cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estilos y 20 estambres (Bouzo, 2015).

Fruto: Es un pomo globoso (Figura 1), con un pedúnculo corto y cuenta en su interior con numerosas semillas de color pardo brillante (InfoAgro, s.f.). Por su gran variedad, presenta diferentes tonalidades desde verdes, amarillas hasta rojas (Cárdenas, 2013).

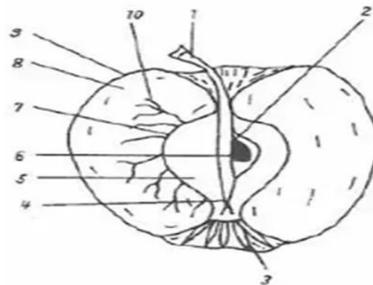


Figura 1. Estructura de la manzana. Fuente: Tscheruschner (2001). Corte longitudinal de una manzana 1. pedúnculo; 2. Carpelos; 3. Sépalos; 4. Pistilos; 5. Endocarpio; 6. Semilla; 7. Piel de endocarpio; 8. pulpa; 9. Cáscara; 10. Haz vascular.



Existen 7,500 variedades de manzana, sin embargo, en la tabla 1 se describen aquellas con alto valor comercial en todo el mundo y México.

Tabla 1. Variedades de manzana.

Variedades	Descripción	
Golden Delicious	Es característico por su gran tamaño y color amarillo, pulpa blanca amarillenta, jugosa y perfumada. Su pedúnculo es largo y su piel es delgada. Es sensible al mal blanco, moteado y pulgón lanígero.	
Red Delicious	Su tonalidad es un rojo intenso y punteado amarillo, pulpa azucarada y jugosa con notas aciduladas y aromática. Se le denomina auto estéril y su floración es tardía. Se puede ver afectada por el moteado, araña roja y pulgón lanígero.	
Starking	Esta es una mutación de la Red Delicious con una pulpa crujiente y color amarillento, su epidermis tiene una tonalidad de color rojo-vino y estrías oscuras.	
Reineta Blanca	Se caracteriza por su gran tamaño y color amarillo limón o verdoso mate; su pulpa suele ser blanca-amarillenta, jugosa y acidulada.	
Verde Doncella	Su tamaño es regular, con un contorno irregular y elíptico, su piel es brillante y cerosa mientras que su pulpa presenta un color blanco-verdosa aromática, jugosa y dulce.	
Gala	Su origen es neozelandés resultante del cruce de Kidd's Orange con Golden Delicious, su coloración es amarillenta.	

Fuente: Fruteco (2012)



1.1.3. Producción, importación y exportación

China es considerado uno de los mayores productores de manzana en el mundo, seguido de Estados Unidos y la Unión Europea. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la producción que se obtuvo entre los años 2017-2018 alcanzaron 74 millones 350 mil 175 toneladas de manzana, teniendo el 56% en producción China, mientras que la Unión Europea y Estados Unidos representan el 14% y 7%, respectivamente (Figura 2).

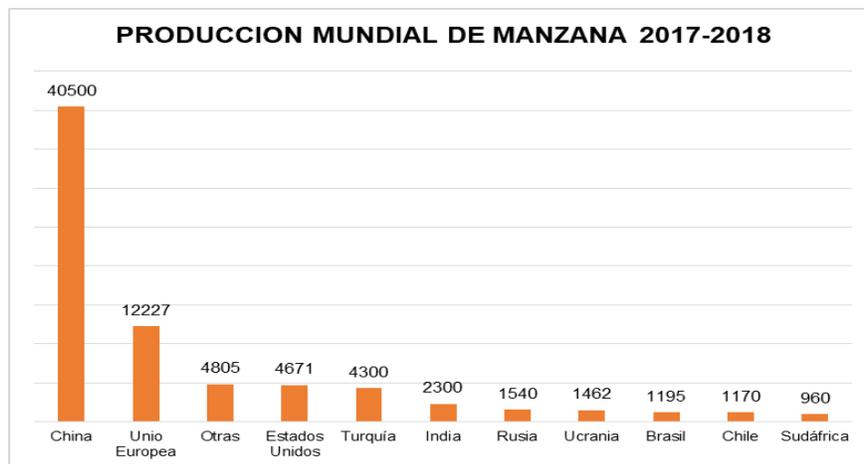


Figura 2. Producción mundial de manzana. Fuente: Orús (2021).

La producción mundial aumentó en la etapa de 2021/2022 de acuerdo con la USDA, cuya producción mundial en esta etapa es de 81.8 millones de toneladas. China produjo aproximadamente 44,06 millones de toneladas esto debido a nuevas plantaciones, lo que ocasionó que sus exportaciones cayeran hasta en 1 millón de toneladas, debido a las alteraciones que fueron provocadas por la pandemia en 2019.

Para el caso de la Unión Europea (UE), la producción fue de 11.87 millones de toneladas, gracias a la recuperación de producción de varios países de Europa, como Polonia, España y Hungría. Italia y Francia son los principales exportadores de la UE, pero se vieron afectados y bajaron hasta 1.06 millones de toneladas. Respecto a sus importaciones, tuvo un aumento de 30 mil toneladas principalmente



gracias a las llegadas de Chile. Estados Unidos en esta etapa tuvo una producción de 4.6 millones de toneladas, la cual se vieron favorecidas sus ventas en el exterior con sus clientes principales como lo es México y Canadá (Lumbreras, 2021).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) menciona que en el año 2020 México alcanzó una producción de 714 mil 203.20 toneladas, donde Chihuahua se posicionó como el primer productor de manzana con 94 mil 711 toneladas que representa el 83.3% de la producción nacional, le sigue Coahuila con 44 mil 748 toneladas (6.3%) y Puebla con 34 mil 454 toneladas (4.8%) (Figura 3), lo cual representa una totalidad del 94.4% a nivel nacional (SADER, 2021). Respecto al comercio exterior, en el año 2019 hubo un incremento de la superficie cosechada y mejoró el rendimiento durante ese año, lo cual hubo un incremento de la oferta de origen interno lo que causó una disminución anual del 9.5% en las importaciones (PROFECO, 2021).

El consumo de manzana posterior a la pandemia por Covid-19 que afectó al mundo y a México, mencionan los minoristas creció debido a la reapertura de hoteles y restaurantes, de igual manera se ve reforzado por el comercio en línea y los servicios de entrega a domicilio que brindan diferentes plataformas y que apoyan a los consumidores al seguir comprando sin necesidad de salir de los hogares (Inforural, 2021).

El pronóstico que se tuvo para la etapa 2021/2022 en la parte de importación fue de 251,420 toneladas lo cual tuvo una disminución respecto a la etapa 2020/2021, esto debido a los altos precios en la importación y el aumento de producción. El 97 % de las importaciones son por parte de Estados Unidos, ya que pueden asegurar la misma calidad del fruto durante todo el año (Inforural, 2021).



Figura 3. Producción nacional de manzana Fuente. PROFECO (2021).

1.1.4. Composición química

El agua es el principal componente de la manzana, ocupando el 85% de la composición de la fruta, lo que hace que sea jugosa e hidratante (Tabla 2). Los carbohidratos componen el 12% de la fruta en forma de fructosa y en menores cantidades de glucosa y sacarosa. El contenido de fibra se encuentra en toda la fruta, tanto en la piel como en la pulpa, la cual se compone de celulosa y pectina que ayudan a la regulación intestinal (PROFECO, 2021).

Tabla 2. Composición química de la manzana.

Composición Química de la Manzana g/100g de porción comestible	
Agua	85 %
Proteína	0.3 %
Grasa	0.3 %
Carbohidratos	12 %
Fibra bruta	1.0 %
Sales minerales	0.4 %
Valor energético KJ/100g	200

Fuente: Tscheruschner (2001).



1.1.5. Industrialización de la manzana

La industrialización de la manzana llega a generar una amplia gama de productos para poder preservar la fruta mediante procesos térmicos principalmente y el uso de otras tecnologías para evitar su descomposición (Morán, 2014).

Para comprender mejor la industrialización de la manzana, se puede agrupar según el producto a realizar (Zalazar, 2011):

- Industria tradicional o clásica: conservas, mermeladas, dulces, confituras de frutas, compotas y frutas en almíbar.
- Industria sidrera: producción de sidras y caldos (base), brandy y vinagre de manzana.
- Industria juguera: procesamiento de jugos concentrados y néctares.
- Industrias de deshidratados, pulpas y derivados.

Los productos de manzana más comerciales se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Productos industrializados a base de manzana.

Productos industrializados	Características
Jugo	Se obtiene mediante la extracción de la pulpa de manzana. <ul style="list-style-type: none">● jugos clarificados● jugos turbios● jugos compuestos● jugos gasificados (refrescos)● jugos concentrados (jarabes)● jugos deshidratados (en polvo)
Néctares	El néctar se obtiene a partir de la pulpa de la manzana, que pasa por un proceso de tamizado y la adición de agua, azúcar, ácido cítrico, preservantes y estabilizadores. Se pueden elaborar mediante la fruta fresca, pulpas o jugos de frutas.

**Tabla 3. Productos industrializados a base de manzana (continuación)**

Sidra	La sidra es una bebida con un grado de alcohol que ronda los 4-8°, que se obtiene de la fermentación de la fruta o el mosto de la manzana. Se clasifican en: <ul style="list-style-type: none">• Sidra tranquila (ligeramente carbonatada)• Sidra espumosa (se inyecta gas carbónico directo en la botella o mediante una segunda fermentación)
Licor	Se elaboran mediante la maceración de frutas secas en alcohol etílico y la adición de algún almíbar denso.
Mermeladas, ates y papillas	Son producidos a partir de la pulpa o el jugo de la manzana y la adición de azúcar, mientras que a la papilla no se le adiciona azúcar.
Manzana en almíbar	El almíbar se produce mediante la solución de agua y azúcar o de igual manera se puede utilizar el jugo de la fruta. Estos productos llevan un tratamiento térmico.
Deshidratados	Estos productos se obtienen mediante un secado de la fruta, es decir, la remoción del agua de la fruta.

Fuente: Morán (2014).

1.1.6. Propiedades y subproductos

La manzana (*Malus domestica*) es considerada como una fruta diurética, lo cual la hace apropiada para pacientes con retención de líquidos o hipertensión arterial. Además de que es una buena fuente de fibra, carbohidratos y proteínas (Morocho y Pacheco, 2021).

En el epicarpio se puede encontrar tanto fibra insoluble que aporta movilidad a los alimentos dentro sistema digestivo, como fibra soluble, la cual ayuda a prevenir la formación del colesterol, regula la presión arterial y puede prevenir el cáncer de colon esto gracias a la inhibición de una enzima del sistema digestivo, la cual se ha relacionado con la proliferación y reproducción de células cancerosas en el intestino grueso (Morocho y Pacheco, 2021).

Cervantes (2016) menciona que hay diversos tipos de frutas que son destinadas como insumos para la agroindustria, con la finalidad de la elaboración



principalmente de jugos, utilizando como materia prima la pulpa de estos, dejando cantidades considerables de desecho, ya que no se consideran de utilidad para el proceso que las generó. Sin embargo, de los frutos no solo se aprovecha su jugo o la pulpa, sino también de la cáscara se puede obtener aceite vegetal, fibra, aceites esenciales, como ingredientes básicos en las industrias de alimentos, agronómica, perfumería y farmacéutica.

A los residuos provenientes de la manzana se les conoce como bagazo u orujo, el cual proviene de la molienda del fruto en la extracción del jugo, para la producción de bebidas como lo son las sidras o jugos o concentrados. Este residuo consta de semillas, pulpa, cáscara y tallos la cual conforman entre el 25-30 % del peso original de la fruta fresca (O'Shea y Ktenioudaki, 2014; Trías *et al.*, 2020) Este subproducto es considerado un ingrediente con alto potencial, ya que su contenido de fibra dietética es del 36.8%. Además, la fibra dietética de las manzanas se compone de bioactivos como los flavonoides, polifenoles, carotenoides haciéndola de mejor calidad. Se conoce que en la pulpa de la manzana se encuentran los polifenoles y son los responsables de la actividad antioxidante, lo que podría ser una fuente económica y de fácil disposición de antioxidantes dietéticos (Sudha *et al.*, 2007). Se ha confirmado que la fibra dietética presente en las frutas y vegetales tiene efectos positivos importantes en la salud en virtud de sus propiedades.

El bagazo de manzana es considerado el principal subproducto generado en la industrialización de la manzana y sus derivados. Este subproducto al llevarlo a una adecuada deshidratación, es decir a un 10% de humedad, se puede considerar como materia prima alta en pectina, azúcares solubles y fibra dietética, lo que puede ayudar en la industria de panificación y elaboración de pastas (Coelho, 2010). O'Shea y Ktenioudaki (2014) y Sudha *et al.*, (2007) reportan los siguientes valores de la composición química del bagazo de manzana obtenidos de la producción de sidra y jugo de manzana Tabla 4 y 5.



Tabla 4. Composición química de bagazo de manzana obtenido de la producción de sidra de manzana

Parámetros	Porcentaje (%)
Humedad	10.80
Cenizas Totales	0.50
Proteína	2.70
Grasas	2.06
fibra dietética	51.10

Fuente: Sudha *et al.* (2007)

Tabla 5. Composición química del bagazo de manzana obtenido de la producción de jugos.

Parámetros	Porcentaje (%)
Humedad	9.0
Cenizas Totales	1.60
Proteína	2.37
Grasas	2.27
fibra dietética	30.15
Carbohidratos	84.76

Fuente: O'Shea y Ktenioudaki (2014).

1.2. Fibra

1.2.1. Definición

La fibra es la suma de los componentes endógenos de las plantas, polisacáridos no almidonados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y mucilagos) y lignina (Matos-Chamorro y Chambilla-Mamani, 2010). La fibra dietética está reconocida como un elemento importante para la nutrición humana.

En 1972 Trowel definió a la fibra dietética como un residuo de la pared celular vegetal, que son resistentes a la digestión por enzimas digestivas. Posteriormente en 1976 volvió a definir a la fibra dietética como polisacáridos y lignina resistentes a la hidrólisis de enzimas digestivas (Trowell, 1978).



Escudero Álvarez y González Sánchez (2006) cita que American Association of Cereal Chemist (AACC) en el 2001, define: la fibra dietética como parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta. Las fibras dietéticas promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de colesterol y la glucosa en la sangre.

1.2.2. Clasificación

La clasificación de la fibra dietética puede ser diversa, esto depende del área de interés; las principales son desde su origen, composición molecular y en los efectos funcionales que brinda a los alimentos y en el lumen gastrointestinal, donde se incluye la solubilidad, viscosidad y fermentación (González-Rubio y Cruz- Cansino, 2021). La fibra se clasifica según su:

- Origen: la fibra se puede obtener a partir de cereales de granos enteros, de fruta y de vegetales.
- Composición: se encuentran los polisacáridos sin almidón, oligosacáridos resistentes; almidón resistente, lignina y sustancias vegetales.
- Efectos funcionales: Una característica muy peculiar de la fibra dietética es su producción de una solución viscosa en la dilución de agua, la cual esta depende de su peso molecular y su concentración.

Con respecto a la solubilidad, la fibra se clasifica en:

- Fibra Soluble: esta fibra al dispersarse en agua forma un retículo donde quedan atrapados, la cual ayuda a la formación de geles viscosos en el tracto intestinal. su composición está basada en pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas (Robles, 2001, Matos-Chamorro y Chambilla-Mamani, 2010).



- Fibra insoluble: Esta fibra no se disuelve en agua ya que está compuesta por celulosa, hemicelulosas y ligninas lo cual presenta la capacidad de retener el agua en su matriz estructural, obteniendo una mezcla de baja viscosidad (González-Rubio y Cruz-Cansino, 2021; Matos-Chamorro y Chambilla-Mamani, 2010).

1.2.3. Componentes de la fibra dietética

Aproximadamente el 75% de la fibra dietética en los alimentos se presenta en forma de fibra insoluble (Tabla 6).

Tabla 6. Componentes de fibra

Compuesto	Características
Polisacáridos no almidonados	<ul style="list-style-type: none">● Se constituyen principalmente de monosacáridos. El almidón digerido y absorbido en el intestino delgado es un polisacárido, por ello se utiliza el término polisacáridos almidonados para aquellos que llegan al colon y poseen los efectos fisiológicos de la fibra.● Se pueden clasificar en celulosa, hemicelulosas, pectinas y análogos, gomas y mucílagos● Celulosa: Compuesto más abundante de las paredes vegetales.● Hemicelulosa: Se encuentran asociados a la celulosa como constituyente de las paredes.● Pectina y análogos: Se encuentran en la laminilla media de la pared de las células vegetales.● Gomas: Proviene de la transformación de polisacáridos de la pared celular (traumatismo).● Mucílagos: Constituyentes celulares normales y con capacidad de retención hídrica.
Oligosacáridos resistentes	<ul style="list-style-type: none">● Son hidratos de carbono con un nivel de polimerización menor, que se dividen en fructo oligosacáridos e inulina, galacto oligosacáridos, xilo oligosacáridos, isomalto oligosacáridos.
Ligninas	Son polímeros que resultan de la unión de varios alcoholes fenilpropílicos; contribuyen a dar rigidez a la pared celular haciéndola resistente a impactos y flexiones.

Fuente: Escudero-Álvarez y González-Sánchez (2006); Matos *et al.*, (2010)



1.2.4. Adición de fibra en productos de panificación

La adición de fibra dietética en productos de panificación funciona para prolongar la frescura del producto, gracias a su capacidad para retener agua, de igual manera puede modificar el volumen del pan, su elasticidad, la suavidad de la miga y su firmeza. Un ejemplo de la adición de fibra dietética en panificación son los panes elaborados con fibra de caña de azúcar de menor tamaño de partícula, ya que son más blandos y elásticos que los de las fibras con tamaño de partícula más grande, además la mayoría de las características organolépticas tales como color olor y sabor se favorecen con la reducción del tamaño de partícula (Rocha *et al.*, 2015).

1.3. Panificación

1.3.1. Definición y productos.

La panificación es definida como la elaboración de un producto perecedero que resulta de la cocción de la masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua, la cual pasa por un proceso de fermentación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Mesas y Alegre, 2002). También se le conoce como un producto leudado gracias a la acción de levaduras que fermentan los azúcares de las harinas, esto mediante un proceso de hidrólisis del almidón, durante la

fermentación se generan gases como resultado de la actividad metabólica de las levaduras. Los principales productos de la fermentación son el CO₂ responsable del aumento del volumen de la masa y el alcohol etílico que aporta el aroma de los productos horneados (Sciarini, 2016).

Gutiérrez y Camacho (2019) mencionan que la panadería y repostería manejan diferentes tipos de masa para la elaboración de productos mostrados en la tabla 7, siendo sus principales ingredientes la harina de trigo, sal, azúcar, huevo, grasa, agua y algún tipo de leudante.

**Tabla 7. Tipo de masas para panificación**

Tipos de masas	Características (antes de productos de panificación)
Masa de hojaldre	Para la formación del hojaldre, se trabaja la masa en capas una sobre otras, este tipo de masa se utiliza en pasteles salados, dulces y frutas, milhojas.
Masa Dulce	En ocasiones se adiciona huevo o agua, este tipo de masa se utiliza después de su horneado para rellenar con alguna jalea o ganache.
Masa Salada	Se prepara a base de harina de trigo o integral, junto con alguna grasa, agua o huevo y se utiliza para tartas en específico.
Masa Batida	En su formulación se encuentra la adición de algún tipo de fruto seco y leudante. Su característica es su volumen donde se clasifican en livianos y pesados.
Liviana	Su base es de huevo o de las claras, no cuenta con ningún tipo de leudante.
Pesados	Son mezclas densas sin demasiado volumen, éste se caracteriza por su uso para la elaboración de tortas o brownies.

Fuente: Gutiérrez y Camacho (2019)

Otra definición de panificación es la elaboración de productos que se obtienen a partir de las mezclas de harinas de cereales, harinas integrales o leguminosas, agua potable, que son fermentados, llegan a contener; mantequilla, margarina, aceites comestibles, grasas vegetales, sal, leudantes, polvo para hornear o levaduras y otros aditivos para alimentos, de igual se le pueden agregar otros ingredientes opcionales como: azúcares, mieles, frutas, jugos, granos y semillas comestibles. Estas mezclas son sometidas a procesos de horneado, cocción o fritura, teniendo un relleno o no o alguna cobertura. Son mantenidos a temperatura ambiente, refrigeración o en congelación según sea el caso.

Mesas y Alegre (2002) mencionan que existen dos diferentes tipos de pan: pan común y pan especial, dentro de los cuales se dividen en varios tipos, los cuales se muestran en la tabla 8:

**Tabla 8. Productos de panificación.**

Tipos de Panificación	Características
Pan común	Elaborado a base de harina de trigo, sal, levadura y agua, añadiendo coadyuvantes tecnológicos.
Pan bregado	Su característica principal es su miga dura.
Pan de flama	Su miga es blanda, debido a que la adición de agua es mayor.
Pan especial	Se le incorpora algún tipo de coadyuvante especial, debido al tipo de harina utilizada y otros ingredientes como leche, huevo, grasas, etc. No lleva un proceso de fermentación.
Pan integral	Se utiliza harina integral, que se obtiene de la trituration del grano completo.
Pan de Viena	Sus ingredientes principales son leche, azúcar, se le conoce también como pan francés.
Pan de molde	Se caracteriza por tener una corteza blanda para su elaboración se utilizan moldes.
Pan de cereales	Su elaboración es con la mezcla de harina de trigo y algún otro tipo de harina en una proporción no inferior al 51% (centeno, maíz etc.)
Pan de huevo	Dentro de su formulación se encuentra la adición de leche, miel o algún fruto seco.
Hot cakes	Este producto se refiere a un pan plano, redondo dulce; la cual la masa está compuesta por leche, mantequilla, huevos, harina de trigo, levadura, sal y en algunos casos pueden llegar a contener esencias o saborizantes.

Fuente: Mesas y Alegre (2002); Velásquez-Meléndez y Vázquez-Chávez (2017).

Los productos de panificación y pastelería se han caracterizado por utilizar como materia prima la harina de trigo, siendo un limitante de consumo para las personas intolerantes al gluten. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define a las harinas compuestas como mezclas elaboradas a



base de otros cereales diferentes al trigo para producir alimentos como pan, pastas, galletas, etc.

1.3.2. Gluten, definición y propiedades.

El gluten es un conjunto de proteínas contenidas exclusivamente en la harina de cereales como el trigo, la cebada y el centeno, principalmente. Las proteínas existentes en el endospermo del trigo se pueden clasificar en 4 fracciones, según su solubilidad: albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas. Estas gliadinas y gluteninas del trigo son las prolaminas, equivalentes a sus homólogas del centeno (secalina), cebada (hordeína) y avena (avenina) (Jiménez y Martínez, 2016). El gluten de trigo está conformado por el 80% de proteínas, dentro las cuales existen dos clases principales: gliadina (una prolamina) y glutenina (una glutelina).

Estas proteínas se caracterizan por ser responsables de la elasticidad característica de la masa de pan, y facilitan la retención de los gases durante la etapa de leudado, causando el aumento de volumen de las masas (Sciarini, 2013).

Las gliadinas se caracterizan por su solubilidad en etanol y fenol. Son ricas en glutamina y prolina, esta proteína se clasifica en α -, β -, γ - y ω -gliadinas conforme a su movilidad en electroforesis a pH ácido. Las gluteninas son características por su solubilidad en ácidos o álcalis diluidos, estas proteínas proporcionan resistencia a la extensión de la masa (Sciarini, 2013; Jiménez y Martínez, 2016).

Este conjunto de proteínas otorga la capacidad espesante y la elasticidad a las harinas que las contienen, y por estas propiedades también se ha utilizado el gluten en muchos productos manufacturados (Jiménez y Martínez, 2016). También aportan textura, forma, ayuda en la retención de agua y grasas y la extensibilidad de las masas, formando emulsiones, espumas y geles y sirviendo de vehículo para aromatizantes y colorantes (Estévez y Araya, 2016).



La palabra gluten también se utiliza para hacer referencia a las prolaminas, que se caracterizan por el alto contenido de prolina y glutamina, que son capaces de estimular la respuesta inmune en las personas que padecen de celiaquía.

1.3.3. La celiaquía y sus causas

La celiaquía (EC) está definida como una enteropatía crónica en el intestino delgado, debido a la exposición a una dieta con gluten. Existen factores genéticos y ambientales que pueden llevar a la pérdida de la tolerancia a ciertas proteínas presentes en los cereales (trigo, cebada y centeno). Esta intolerancia genera una lesión característica de la mucosa intestinal, provocando una atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que altera o disminuye la absorción de los nutrientes de los alimentos (proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas) (Rocha *et al.*, 2015). Los síntomas principales de una persona que padece de celiaquía son la presencia de diarrea, pérdida de peso, estrés, vómitos, anemia y dolor abdominal. El único tratamiento que existe actualmente es una dieta libre de gluten (Sciarini, 2016).

La enfermedad celiaquía posee una prevalencia entre 0.75% a 1% general de la población diagnosticada por serología y biopsia. Esta se presenta tanto en niños como en adultos, en el último grupo la prevalencia por medio de diagnóstico es de 0.48% de la población general, de dos a tres veces más común en mujeres que en hombres, esta relación cambia luego de los 65 años (Calvopiña, 2018).

1.3.4. Alimentos libres de gluten

El Código Alimentario Argentino define alimentos libres de gluten como aquellos preparados únicamente con ingredientes que por su origen natural y por la aplicación de buenas prácticas de elaboración no contiene prolaminas procedentes del trigo, de todas las especies de *Triticum*, centeno, cebada, avena ni de sus variedades cruzadas. (Código Alimentario Argentino: Capítulo XVII Art. 1383 y Art. 1383bis)



El Codex Alimentarius Internacional revisado en el 2008 propone un límite máximo de 20 ppm (20 mg/kg) de gluten en un alimento, para que éste pueda denominarse “libre de gluten” (Estévez y Araya, 2016).

El contenido de gluten en los alimentos depende de los componentes, formulación y proceso de elaboración de los productos. Esta dieta depende de ciertas combinaciones, es decir de alimentos naturalmente libres de gluten o mínimamente procesados y no contaminados, alimentos procesados en que el gluten es sustituido por otros componentes, como cereales y almidones sin gluten. De igual manera se debe tomar en cuenta los alimentos que se procesan teniendo buenas prácticas de manufactura que puedan impedir una contaminación cruzada (Estévez y Araya, 2016).

La tabla 9 enlista los tipos de alimentos que se caracterizan por ser libres de gluten.

Tabla 9. Alimentos libres de gluten

Tipo de alimento	Libres de gluten por su naturaleza
Cereales, Harinas de cereales y derivados	Arroz, maíz, alforfón, mijo, sorgo, quinoa, amaranto y sésamo. Harinas aptas para celíacos que están etiquetadas como tales. Pan, pasta, galletas y productos de pastelería elaborados con harinas especiales sin gluten.
Verduras, Legumbres, Tubérculos y derivados	Todas las verduras, hortalizas, setas comestibles: frescas y congeladas, sin cocinar. Conservas de verduras, hortalizas y legumbres al natural. Patatas, boniatos, yuca, chufa, remolacha.
Fruta fresca y seca	Todo tipo de fruta fresca, en almíbar, zumos de fruta y néctares de frutas naturales. Natural: cruda, tostada o desecada, excepto higos.



Carne y sus derivados	Cualquier tipo de carne o ave, fresca o congelada. Todo tipo de carne, aves y vísceras, frescas, congeladas y en conserva al natural. Tocino: frescos, salados, ahumados, cocidos o semicocidos. Jamón curado y cecina.
Pescados y mariscos	Todo tipo de pescado y marisco fresco, salado, secado, ahumado y cocido congelado, sin rebozar. Conservas de pescado y marisco “al natural” o con aceite.
Huevo y sus derivados	Todo tipo de huevos frescos, refrigerados y desecados. Derivados de huevo; huevo en polvo, yema de huevo deshidratado, clara de huevo desecada, huevo líquido pasteurizado.
Levaduras	Levadura fresca.
Azúcar y edulcorantes	Azúcar blanco, moreno. Almíbar. Miel y melazas. Edulcorantes puros: acesulfamo K, aspartamo, fructosa y sacarina.
Cacao	Cacao puro en polvo.
Aceites y grasas	Aceite de oliva, aceite de orujo de oliva, aceite de semillas. Aceite y manteca de coco, palma y de palmiste. Grasa animal: manteca de cerdo.
Bebidas alcohólicas	Toda clase de vinos y todo tipo de espumosos (cavas y sidras). Brandi, coñac y ginebra. Aguardientes de orujo de uva, aguardiente de sidra, anís, cazalla, Chinchón, gin de ladrillo, pacharán de Navarra, ratafía catalana, ron, vodka y whisky. Cerveza sin gluten.

Fuente: Asociación de celíacos de Catalunya (s.f)



Los alimentos funcionales están caracterizados por ser alimentos o ingredientes, que independientemente de su aporte nutricional normal, aportan sustancias capaces de actuar como moduladores de los procesos metabólicos, mejorando las condiciones de salud, promoviendo el bienestar y previniendo la aparición temprana de enfermedades degenerativas (Coelho, 2010).

1.3.5. Aditivos en panificación de productos libres de gluten

Los principales ingredientes en la elaboración de productos de panificación libres de gluten son el almidón, derivados lácteos, huevo, proteína de soja e hidrocoloides. Los hidrocoloides son esenciales en la fabricación de este tipo de productos ya que pueden mimetizar en cierta medida la funcionalidad del gluten, a través de la viscosidad que confieren o de sus propiedades viscoelásticas. Éstos ayudan a mejorar la textura de los alimentos, en la capacidad de retención de agua e incrementar la calidad del alimento durante su almacenamiento (Molina-Rosell, 2013). Los principales hidrocoloides utilizados en la industria de la panificación para la sustitución del gluten son la goma Guar, Xantana y el Agar.

Los panificados libres de gluten se pueden ver deficientes en proteínas, es por eso por lo que se han utilizado alternativas con diferentes tipos de cereales como los son el arroz o la soja, que permiten elevar el contenido proteico a un bajo costo.

La adición de sólidos lácteos, inulina y surimi de pescado se ha propuesto como alternativa para aumentar el contenido en fibra dietética y proteína en los panes libres de gluten, de igual se ha desarrollado el uso de ciertas legumbres como harinas de guisante, lentejas, judías y garbanzos (Molina-Rosell, 2013).

La fibra dietética aporta textura, capacidad gelificante, espesante, emulgente y estabiliza las propiedades de los alimentos libres de gluten. La adición de fibra puede ser hasta de 6 g/100 g la cual ayuda en el aporte nutrimental sin llegar a alterar al producto en sus características sensoriales. La fibra dietética puede ser adicionada mediante la incorporación de distintas frutas y vegetales como manzana, remolacha, zanahoria, etc.



Las enzimas o coadyuvantes tecnológicos son otra alternativa para la fabricación de productos libres de gluten, como lo son las amilasas, proteasas, hemicelulosas, lipasas, transglutaminasa y oxidasas, que son utilizadas para mejorar la calidad de estos productos (Molina-Rosell, 2013). El uso de las enzimas en este tipo de productos ayuda en la tolerancia del proceso y resistencia de la masa, incremento de volumen y en la mejora de la apariencia y textura (Cano-Montiel, 2007).

La adición de harinas con un alto contenido de proteínas, como la harina de arroz la cual es un grano libre de gluten y por el contenido de proteínas es nutritivo e hipoalergénico (Velásquez-Meléndez y Vázquez-Chávez, 2017). La harina de arroz, por ser un producto neutral, no modifica las características de los productos de panificación, es decir se puede ocupar tanto en alimentos salados o dulces; Además, es un alimento recomendable para la salud de personas que sufren problemas cardiovasculares, ya que contiene un bajo contenido de grasas y sodio (León, 2016). Al no contar con gluten, este tipo de harina no afecta a la mucosa intestinal, lo que hace que los productos sean ligeros al descomponerse dentro del organismo una vez consumidos (Mendoza, 2021).

1.3.6. Propiedades funcionales

Las propiedades funcionales de las harinas determinan su aplicación en los alimentos y su uso final en estos para otro tipo de aplicaciones. La mezcla de diferentes harinas es una de las principales propiedades, ya que influyen en la calidad y estética de los alimentos, y afectan principalmente en la textura y digestibilidad (Dussán-Sarria, 2019). Ejemplo de estas son la hidratación, espumado, emulsificación, gelificación, entre otros; que se asocian a la proteína del alimento.

En la actualidad, la industria alimentaria ha mostrado un creciente interés por estas harinas, debido a las excelentes propiedades funcionales como son: capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de aceite, emulsificación, espumado y gelificación. Estas propiedades constituyen la base funcional de diversos productos



principalmente de bajo contenido proteico, y alto contenido de grasa. Adicionalmente, las leguminosas son fuentes de compuestos beneficiosos que tienen un efecto protector en el desarrollo de diversas enfermedades (García *et al.* 2012).

Las propiedades de hidratación de la fibra dietética se refieren a su habilidad de retener agua dentro de su matriz, propiedades que dependen en gran medida de la naturaleza fisicoquímica como el tamaño de partícula, condición de extracción y la fuente vegetal. Están determinadas fundamentalmente por su contenido en pectinas, gomas, mucílagos y hemicelulosas solubles, mientras que la celulosa, hemicelulosa insoluble, lignina y otros componentes relacionados con la fibra tienen una influencia limitada sobre estas propiedades. Por tal razón, los alimentos ricos en fibra soluble como frutas y verduras presentan mayor capacidad de hidratación que los cereales (Ramírez y Pacheco, 2009).

Estas propiedades de hidratación de la fibra dietética determinan el nivel óptimo de uso en los alimentos debido a la textura que se desea obtener (Ramírez y Pacheco, 2009).

Ktenioudaki y O'Shea (2013) y O'Shea y Ktenioudaki (2014) reportan las propiedades funcionales de los subproductos del jugo de manzana y sidra de manzana (Tabla 10), cuyos valores de capacidad de hinchamiento y absorción de agua del subproducto del jugo de manzana son mayores en comparación al subproducto generado en la elaboración de sidra. En cuanto a la absorción de aceite, éste es menor para el subproducto del jugo, comparado con el subproducto de la sidra. Bien es sabido que las fibras tienen una alta afinidad por el agua y sus propiedades de hidratación son de gran interés para comprender su comportamiento en un sistema alimentario como la masa.



Tabla 10. Propiedades funcionales del bagazo de manzana obtenido de la producción de jugo y sidra de manzana

Propiedades Funcionales	Harina del subproducto de sidra de manzana	Harina del subproducto de jugo de manzana
Capacidad de hinchamiento (ml/g)	7.59	12.8
Absorción de agua(g/g)	6.34	12.25
Absorción de aceite (g/g)	1.33	0.84

Fuente: Ktenioudaki y O´Shea (2013) y O´Shea y Ktenioudaki (2014)



2. Objetivos

2.1. General

Aprovechar los residuos generados por la industria procesadora de manzana (*Malus domestica*) a partir de un secado y una molienda del bagazo de manzana, obteniendo una harina funcional mezclada con harina de arroz para elaboración de hot cakes, libres de gluten.

2.2. Particulares

A) Objetivo particular 1

Realizar un estudio de mercado mediante la aplicación de una encuesta en Google forms a posibles consumidores para conocer el grado de aceptabilidad del desarrollo de una harina para hot cakes a base de harinas de manzana y de arroz, libres de gluten.

B) Objetivo particular 2

Evaluar las propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento, capacidad de hidratación, absorción de aceite y viscosidad) de las harinas de manzana, arroz y mezclas para compararlas con las propiedades de una harina comercial para hot cakes.

C) Objetivo particular 3

Desarrollar formulaciones para hot cakes a base de las harinas de manzana y de arroz a diferentes proporciones (90:10, 85:15 y 80:20), seleccionando el producto cuya formulación tenga la mayor aceptación sensorial por panelistas no-entrenados y comparando con respecto a un producto comercial a base de harina de trigo.



D) Objetivo particular 4

Determinar la composición química (humedad, carbohidratos, fibra dietética, cenizas, proteínas, lípidos, sodio y gluten) del producto (hot cakes), a base de harinas de manzana y de arroz para el desarrollo de la etiqueta de acuerdo con la NOM-051-SFCI/SSA1-2010 y CODEX STAN 118/1979 “Productos libres de gluten”



3. Metodología experimental

3.1. Cuadro metodológico

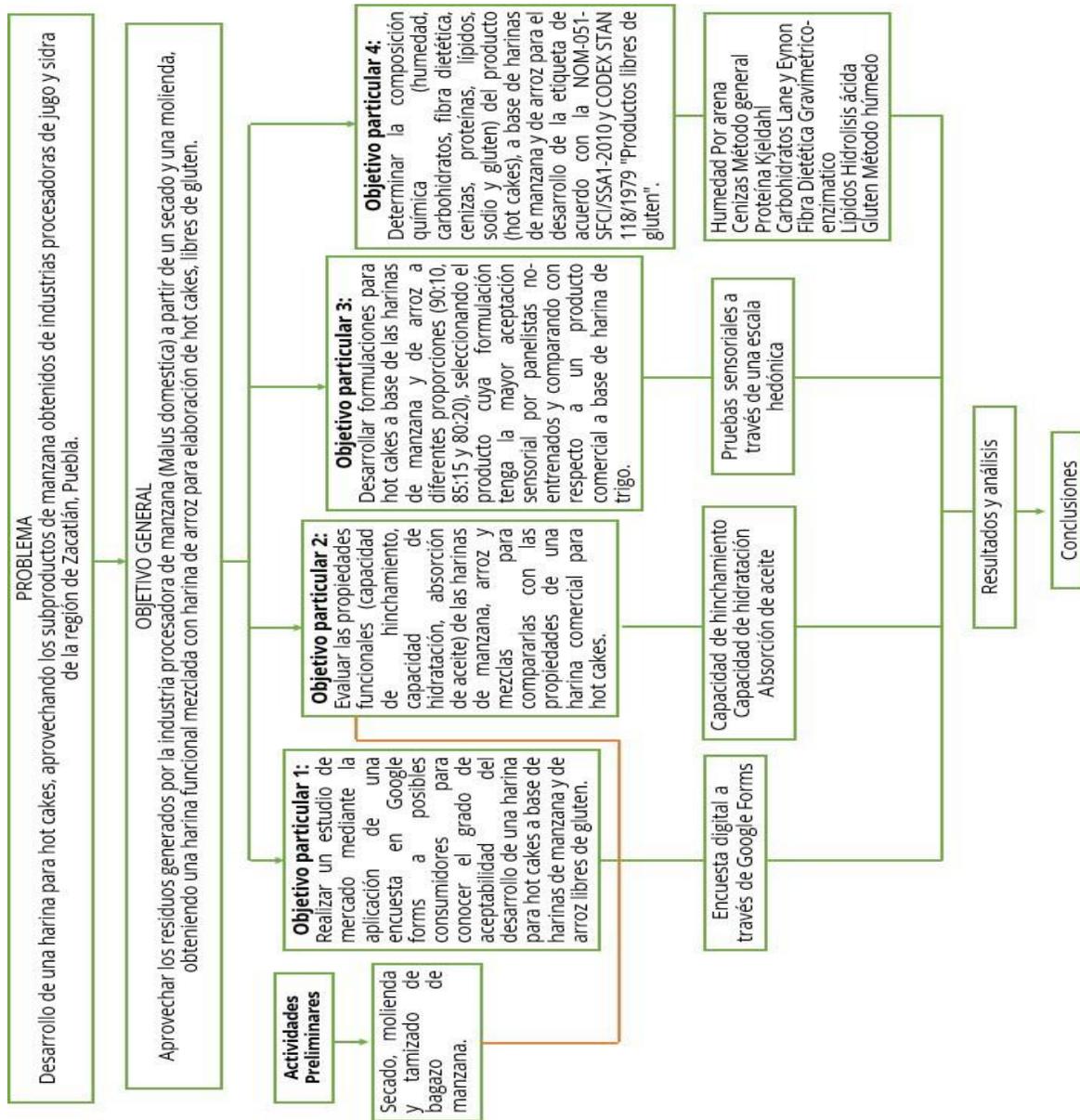


Figura 4. Cuadro Metodológico



3.2. Actividades Preliminares

3.2.1. Material biológico

El Bagazo fue obtenido de Manzanas “criollas”, las cuales fueron compradas Zacatlán de las Manzanas Puebla las cuales se utilizaron para el presente trabajo. Las manzanas fueron seleccionadas a partir de su estado de madurez óptimo, de color rojo estriado. Su presentación fue en una caja de madera de 10 kg.

3.2.2. Obtención de la harina de manzana

Las manzanas seleccionadas fueron lavadas y posteriormente troceadas, para poder pasar por un extractor de jugos (marca Turmix) y así poder separar la pulpa del jugo. El jugo se congeló y el bagazo fue extendido en charolas con papel encerado para proceder al secado en estufa (Marca Luzeren modelo DHG-9240^a), a una temperatura de 60°C, el bagazo se secó durante 24 h, para posteriormente tritarlo en un molino y tamizar en malla #80 (Figura 5).

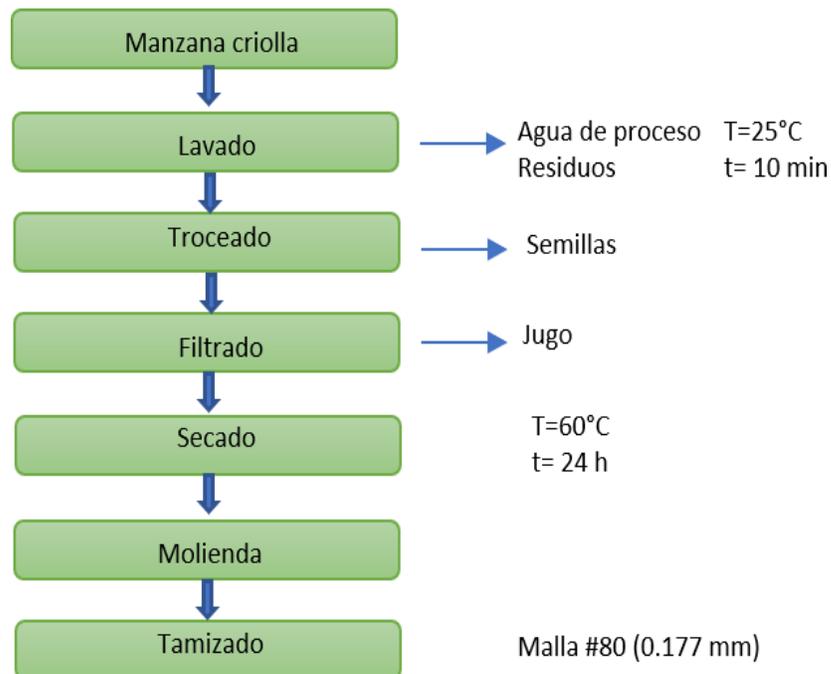


Figura 5. Diagrama de proceso obtención de harina de bagazo de manzana



3.3. Elaboración de estudio de mercado

Ivankovich y Araya (2011) describen que la investigación de mercados consiste en el diseño, la recopilación, el análisis y el reporte de la información y de los datos relevantes del mercado. Para el desarrollo de nuevos productos se usa la investigación de mercados para obtener impresiones sobre los mismos y explorar problemas potenciales con un nuevo producto o servicio.

Para el estudio de mercado se realizó una segmentación de mercado en la CDMX y en el Estado de México, tomando en cuenta las variables: demográfica y geográfica, para la selección del tamaño de muestra a la que va dirigida nuestro producto, tomando en cuenta datos reportados por la INEGI, el cual fueron los siguientes:

Tabla 11. Datos reportados por INEGI

No. de habitantes CDMX	No. de habitantes de 15-59	No. de habitantes Edo. de México	No. de habitantes de 15-59
9,209,944	6,055,926	16,992,418	10,942,670

Utilizando la ecuación:

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2} \dots \dots \dots \text{Ecuación 1}$$

Para una población infinita (Aguilar-Barojas, 2005), es decir, no se conoce el total de la población o es mayor a 10,000. Se pudo determinar el tamaño de muestra y el nivel de certeza, es decir la cantidad de personas a encuestar y el porcentaje de viabilidad de nuestro producto, de acuerdo con la tabla 12.



Tabla 12. Nivel de certeza

% certeza	Z	d	n
95	1.96	0.05	384.16
94	1.88	0.06	245.4
93.07	1.815	0.069	173
93	1.81	0.07	167.14
92	1.75	0.08	119.62
91	1.69	0.09	88.15
90	1.65	0.1	68.06

Los principales competidores en el mercado de las harinas de hot cakes tradicionales, son: Gamesa, Aunt Jemima, Great Value, Pronto, Quaker y Tres Estrellas, sin embargo, existen algunas marcas como lo son Morana, Red Mill, San Blas, que son a base de harina de arroz, garbanzo, almendra y amaranto. La cual hace que se encuentre una amplia competencia en este mercado.

Un formulario (figuras 6-8) se generó en la plataforma Google Forms, el cual se conformó por 16 preguntas y se obtuvieron como resultado 176 respuestas; la encuesta se aplicó a una población de un rango de edad entre los 15 y 60 años.



Harina de manzana para hot cakes libres de gluten
Lee cuidadosamente y contesta las siguientes preguntas.

1. Edad *

2. Género * *Marca solo un óvalo.*
 Femenino
 Masculino
3. ¿Qué tipo de harina para hot cakes consumes? * *Marca solo un óvalo.*
 Tradicional (Harina de trigo)
 Avena
 Amaranto
 Otros: _____
4. ¿Te gustan los hot cakes? * *Marca solo un óvalo.*
 Si
 No
5. ¿Qué porción comes de hot cakes? * *Marca solo un óvalo.*
 1-2
 3-4
 5 o más
6. ¿Con qué frecuencia consumes hot cakes? * *Marca solo un óvalo.*
 Nunca
 1 vez a mes
 2-4 veces al mes
 5-7 veces al mes
 8 o más veces a mes

Figura 6. Encuesta de estudio de mercado (Google Forms)



7. ¿Conoces los beneficios que tiene la manzana? *Marca solo un óvalo.

Si

No

8. ¿Sufres de Celíaca (intolerancia al gluten)? *Marca solo un óvalo.

Si

No

No lo se

9. ¿Consumirías algún producto libre de gluten, aunque no sufras de intolerancia de este mismo? *Marca solo un óvalo.

Si

No

Tal vez

10. ¿Consumirías hot cakes a base de harina de bagazo manzana y harina de arroz? (Justificar tu respuesta) *

11. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por esta Harina para hot cakes? (presentación de 500 g) *Marca solo un óvalo.

\$40-\$50

\$60-\$70

\$80-\$90

Más de \$100

12. ¿Dónde comprarías este producto? *Marca solo un óvalo.

Tiendas

Super mercados

Tienda de auto servicio

Otros: _____

Figura 7. Encuesta de estudio de mercado (Google Forms)



13. ¿Influye el tipo de empaque en la compra de estos productos? * *Marca solo un óvalo.*

Si

No

14. ¿Qué es lo que más le llama la atención del empaque? * *Marca solo un óvalo.*

Diseño (tipo de empaque)

Colores o tipografía Materiales

El producto mismo

15. ¿Preferirías consumir este nuevo producto que los productos que ya se encuentran en el mercado? *
Marca solo un óvalo.

Si

No

Tal Vez

16. ¿Qué atributos consideras llamativos en los hot cakes? Explica brevemente *

Figura 8. Encuesta de estudio de mercado (Google Forms)



3.4. Evaluación de las propiedades funcionales de la harina de manzana

Para la evaluación de las propiedades funcionales se realizaron las pruebas de capacidad de hinchamiento, capacidad de hidratación y absorción de aceite; las cuales son importantes para evaluar si la aplicación tecnológica es la adecuada para este tipo de harinas.

3.4.1. Capacidad de hinchamiento

Indica la capacidad que tiene la harina para incrementar su volumen en presencia de agua, la cual influye en su composición, porosidad y el tamaño de partícula. La capacidad de hinchamiento se determinó colocando 7g de muestra en una probeta graduada, adicionando 15 mL de agua destilada, registrando su volumen inicial (V0). Posteriormente se agitó manualmente y se dejó en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente. Finalmente se midió el volumen que ocupó la muestra (vf). (Rasgado-Vázquez, 2015).

La capacidad de hinchamiento (mL/g) se calculó mediante la siguiente ecuación (2):

$$\left(\frac{mL}{g}\right) = \frac{Vf - V0}{\text{peso muestra}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

3.4.2. Absorción de agua

La absorción de agua se realizó por triplicado con 0.1g de muestra (ME) para cada una de ellas. Las muestras se colocaron en tubos de centrifuga (MT), se añadieron 2 mL de agua destilada y agitaron por medio del Voltex (Marca Diab biomed) durante 1 min; se dejaron reposar durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente se centrifugaron a 3000rpm durante 30min en una centrifuga (marca Daigger Modelo 4350). Una vez realizada la centrifugación se eliminó el sobrenadante y finalmente se pesó el tubo con la muestra húmeda (MTP) (Rasgado-Vázquez, 2015).



Se calculó mediante la siguiente ecuación (3), (gramos de agua retenida/gramos de muestra):

$$\left(\frac{g}{g}\right) = \frac{MTP - MT - ME}{ME} \dots\dots\dots Ecuación 3$$

3.4.3. Absorción de aceite

La absorción de aceite se realizó por triplicado utilizando 0.1g de muestra cada una de ellas. Las muestras se colocaron en tubos de centrifuga (MT), se añadieron 1.5 g de aceite y se agitaron por medio del Voltex durante 1 min. Se dejaron reposar durante 30 min a temperatura ambiente. Posteriormente se centrifugaron a 3000rpm durante 25 min en una centrifuga (marca Daigger Modelo 4350). Una vez realizada la centrifugación se eliminó el sobrenadante y se pesó el tubo con la muestra húmeda (MTP) (Rasgado-Vázquez, 2015).

Se calculó mediante la siguiente ecuación (4), (gramos de aceite retenido/gramos de muestra):

$$\left(\frac{g}{g}\right) = \frac{MTP - MT - ME}{ME} \dots\dots\dots Ecuación 4$$

3.5. Elaboración de prototipos de hot cakes

Se propusieron 3 formulaciones diferentes para la premezcla de hot cakes, sustituyendo la harina de trigo por harina de arroz y harina de bagazo de manzana y variando la concentración de estas, siguiendo el procedimiento que se muestra en la Figura 9.

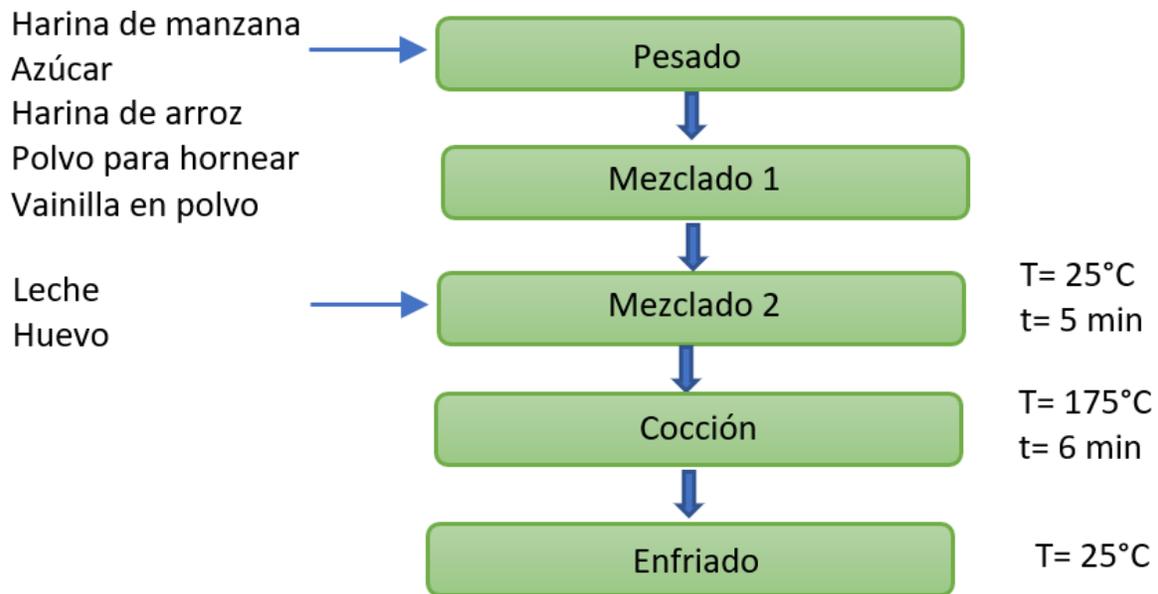


Figura 9. Diagrama de procesos elaboración de hot cakes.

Para las formulaciones, se mezclaron los ingredientes en polvo, para tener nuestras premezclas, se empaquetaron en bolsas herméticas, para su almacenamiento a una temperatura de 18 °C.

Para la preparación de los hot cakes, se añadió leche y huevo a las premezclas de cada formulación, se mezclaron con ayuda de una batidora durante 5 min hasta que se eliminaran los grumos de la harina a una temperatura ambiente (25 °C). La mezcla se llevó a una cocción a una temperatura de 175 °C, formando los hot cakes, por un tiempo de 3 minutos por cada lado, posteriormente se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Las propuestas fueron elaboradas de acuerdo con las formulaciones señaladas en la tabla 13.



Tabla 13. Formulación de prototipos de hot cakes

Materia prima	Formulación 90:10 harinas	Formulación 85:15 harinas	Formulación 80:20 harinas
	%	%	%
Harina de arroz	30.64	28.94	27.24
Harina de manzana	3.40	5.11	6.81
Huevo	13.69	13.69	13.69
Leche entera de vaca	43.17	43.17	43.17
Azúcar refinada	6.67	6.67	6.67
Sal yodada	0.70	0.70	0.70
Polvo para hornear	1.47	1.47	1.47
Vainilla	0.25	0.25	0.25
Total	100%	100%	100%

3.5.1. Evaluación sensorial

Se realizó una evaluación sensorial tipo hedónica para comparar los 3 prototipos elaborados contra un hot cake a base de una harina comercial (harina de trigo). Esta evaluación se aplicó a 39 panelistas no entrenados dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, en la cual tenían que evaluar el color, olor, dulzor, sabor y textura de cada uno de los prototipos. El cuestionario que se empleó para la evaluación sensorial se muestra en la figura 10.



Ingeniería en Alimentos
Taller de Procesos de Frutas y Hortalizas

Fecha: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Frente a usted se encuentran cuatro muestras de hot-cakes, asigne el valor numérico correspondiente al grado de aceptabilidad que crea correcta en cada muestra y dependiendo de la característica a la que hace referencia.

Grado de aceptabilidad	Valor numérico
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Característica	T10	MMZ110	MMZ115	MMZ120
Color				
Olor				
Dulzor				
Sabor				
Textura				
General				

Comentarios: _____

Figura 10. Encuesta para la evaluación sensorial de los prototipos de hot cakes.

3.6. Técnicas para la determinación de la composición química del producto

3.6.1. Humedad

La humedad se define como la pérdida en peso que sufre un alimento por evaporación al someterlo a condiciones prescritas,

Su determinación se basó en el método descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-116-SSA1-1994); donde el fundamento describe que, al añadir arena o gasa, se incrementa la superficie de contacto y la circulación del aire en la muestra, favoreciendo así la evaporación durante el tratamiento térmico. Los resultados se expresaron en porcentaje.



3.6.2. Cenizas

Su determinación se basó en la Norma Mexicana (NMX-F-066-S-1978), donde el método describe que las cenizas se cuantifican incinerando de 3 a 5 g de muestra por triplicado en crisoles a peso constante para colocarlos en una parrilla y quemar lentamente hasta que la muestra ya no desprende humos, posteriormente se lleva el crisol a la mufla para efectuar la calcinación completa, se transfiere al desecador para su completo enfriamiento y finalmente determinar la masa del crisol con cenizas. Las cenizas en la muestra se expresan en porcentaje.

3.6.3. Proteínas

La determinación del contenido de proteínas en la muestra se basó en el método Kjeldahl descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-68-S-1980); donde el fundamento se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición de materia orgánica se oxidan para formar agua y dióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en SO_2 , el cual reduce el nitrógeno a sulfato de amonio. El resultado se expresa en % de nitrógeno y el contenido de proteína se obtuvo multiplicando por el factor: 6.25.

3.6.4. Carbohidratos

La determinación se basó en la Norma Oficial Mexicana (NOM-086-SSA1-1994); donde el fundamento según el método de Lane y Eynon, describe que la muestra primero es digerida para precipitar las proteínas, utilizando soluciones como acetato de zinc y ferrocianuro de potasio. En un volumen se determinan los azúcares reductores directos y en otro volumen se hidroliza con ácido clorhídrico para determinar los azúcares reductores totales mediante una valoración volumétrica. El resultado se expresa en porcentaje de azúcares totales.



3.6.5. Fibra dietética

La determinación se basó en la Norma Oficial Mexicana (NOM-086-SSA1-1994); donde se describe que, a muestras duplicadas de alimento deshidratado, extraerle la grasa si contiene más del 10%; en este caso no fue necesario. Procedimos a gelatinizarlos con una α -amilasa termoestable, y digerir enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y el almidón. Posteriormente se inició con la precipitación de las fibras por adición de cuatro volúmenes de etanol. El residuo total es filtrado, lavado con etanol al 78%, etanol al 95% y acetona. Después del secado, se pesa el residuo. Un duplicado es analizado para proteína y otro es incinerado a 525°C, y se determinaron las cenizas. Los resultados se expresan en porcentaje.

3.6.6. Lípidos

Su determinación se basó en el método de hidrólisis ácida descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-086-SSA1-1994); el cual se basa en la disolución de la proteína en el ácido y la grasa que se separa, puede ser extraída utilizando como disolvente orgánico, una mezcla de éter etílico-éter de petróleo. Los resultados se expresaron en porcentaje.

3.6.7. Gluten

Su determinación se basó en el método de gluten húmedo descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-086-SSA1-1994), el cual se basa en el lavado de la masa debajo del chorro de agua, colocando bajo este un tamiz donde se irá depositando el gluten. Suspendiendo este proceso cuando el agua de lavado da negativa la prueba de Lugol. Posteriormente se comprime el gluten con la mano, se seca con un trapo y se pesa.

$$\% \text{ gluten húmedo} = \text{Peso del gluten} \times 4 \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$



3.6.8. Sodio

La determinación de sodio en el producto terminado se realizó mediante un balance teórico a partir del contenido de sodio de los ingredientes.

3.6.9. Cálculo de Aporte Energético

Para determinar el contenido energético se calculó mediante los siguientes factores de conversión

$$kcal = (g \text{ Carbohidratos} * 4) + (g \text{ Proteínas} * 4) + (g \text{ Lípidos} * 9) \dots \text{Ecuación 6}$$

$$kJ = (g \text{ Carbohidratos} * 17) + (g \text{ Proteínas} * 17) + (g \text{ Grasas} * 37) \dots \text{Ecuación 7}$$

3.6.10. Análisis Estadístico

Para el tratamiento de los resultados de la evaluación sensorial, cada una de las categorías se clasifican en puntaje del 1 al 7, donde 1 se refiere a “me disgusta mucho” y 7 se define como “Me gusta mucho”, para cada una de las formulaciones la cual se tabularon y se graficaron para analizarlos mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05.

En el caso de los resultados obtenidos de la composición química se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05 utilizando el programa IBM SPS.



4. Resultados y análisis

4.1. Estudio de mercado

El mercado de las harinas de hot cakes en México con mayor nivel comercial están distribuidas en la tabla 14, cuyas primeras 5 posiciones son harinas hechas a base de trigo y representan una competencia importante por su posición en el mercado a diferencia de las harinas enfocadas a un público particular como son los celiacos (2.9%), las cuales se enlistan a partir de la posición 6. En ese sentido los productos que tienen una competencia directa son aquellos que se venden en espacios particulares comúnmente denominados naturistas o gourmet, cuyas principales formulaciones varían al tener una mezcla de harinas como amaranto, avena, arroz y maíz principalmente.

Tabla 14. Marcas de harina de hot cakes comerciales

MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD/ COSTO
AUNT JEMIMA 	Harina preparada fortificada para hot cakes	500 g/ \$28.00
GAMESA 	Harina preparada y fortificada para hot cakes	950 g /\$27.50

Fuente: (Walmart, 2023)



Tabla 14. Marcas de harina de hot cakes comerciales (Continuación).

MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD/ COSTO
<p>GREAT VALUE</p> 	<p>Harina preparada para hot cakes adicionada con vitaminas y minerales</p>	<p>500 g / \$56.00</p>
<p>PRONTO</p> 	<p>Harina preparada para hot cakes tradicionales adicionada con vitaminas y minerales</p>	<p>800 g / \$29.00</p>
<p>QUAKER</p> 	<p>Harina fortificada de avena para preparar hot cakes</p>	<p>500 g / \$22.00</p>
<p>BOB'S RED MILL</p> 	<p>Mezcla para preparar hot cakes sin gluten. Elaborado con harina de arroz blanco dulce, arroz integral dulce, harina de tapioca, almidón de papa y harina de sorgo integral</p>	<p>680 g / \$149.00</p>

Fuente: (Walmart, 2023)



Tabla 14. Marcas de harina de hot cakes comerciales (Continuación).

MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD/ COSTO
<p>SAN BLAS</p> 	<p>Harina preparada para elaborar hot cakes. Elaborada con harina de maíz, harina de arroz y almidón de maíz</p>	<p>900 g / \$96.00</p>
<p>MORAMA</p> 	<p>Harina para Hot cakes Elaborada con harina de garbanzo, amaranto y arroz.</p>	<p>400 g / \$55.00</p>
<p>BSD FOODS KETO</p> 	<p>Harina para elaborar hot cakes keto</p>	<p>330 g / \$209.00</p>
<p>SAO CONRADO</p> 	<p>Harina de maíz y arroz preparada para hot cakes</p>	<p>300 g / \$78.00</p>

Fuente: (Walmart, 2023)

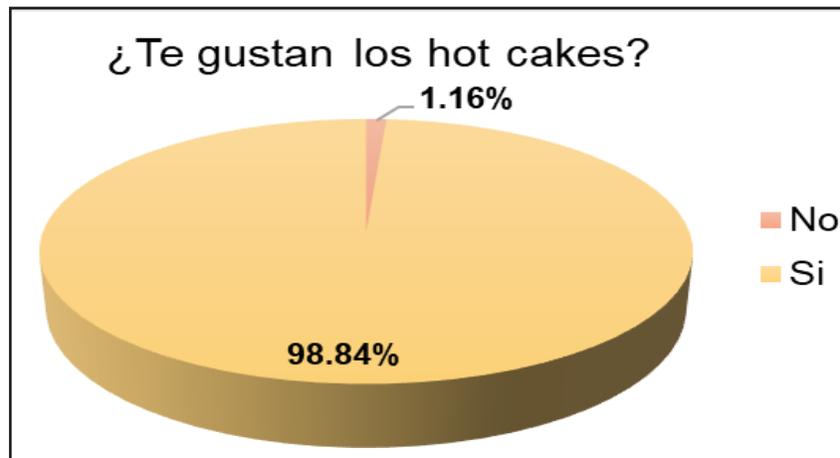


Figura 11. Agrado en el consumo de hot cakes en consumidores potenciales.

Al existir una amplia variedad de harinas para la elaboración de hot cakes se indagó la preferencia del tipo de harina para la elaboración de hot cakes. La harina de trigo es consumida de manera regular, siendo la harina más comercial y accesible para el público y en segunda opción se encuentra la harina de avena. Además; menos del 5% corresponde a harinas a base de arroz, almendra o amaranto (Figura 12).

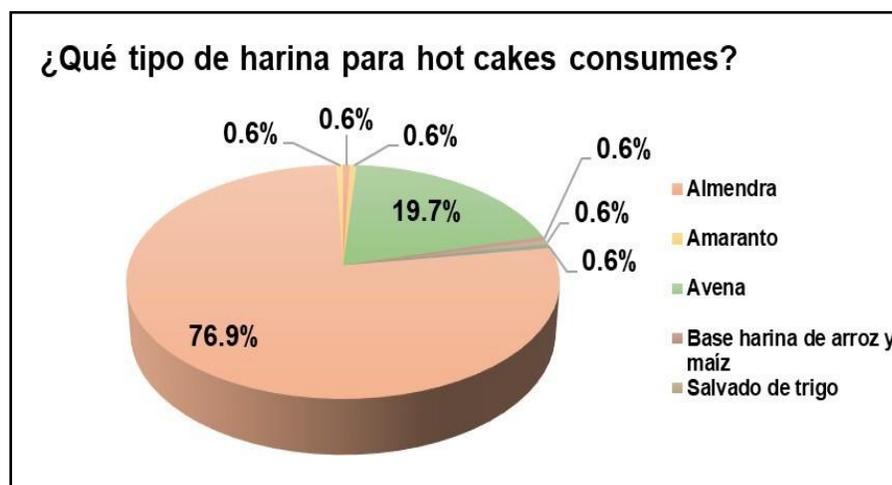


Figura 12. Tipos de harinas para hot cakes que adquieren consumidores potenciales.



Dicha información indica que al menos el 20% son consumidores que seleccionan harinas alternativas al trigo como muestra de las tendencias al consumo de productos que otorguen beneficios a la salud. La figura 13 muestra las porciones de consumo de este producto donde más del 80% consume en promedio de 2 a 3 hot cakes.

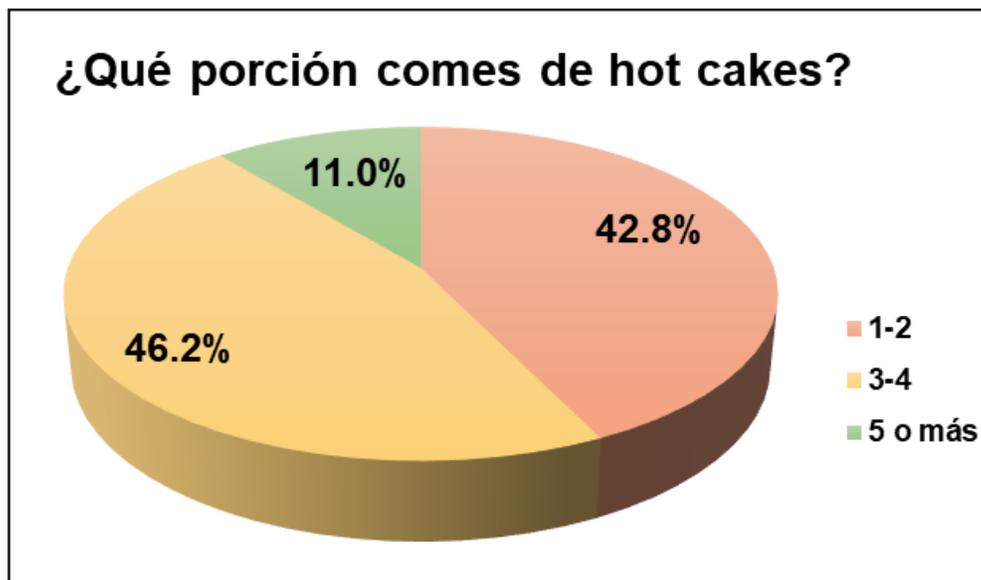


Figura 13. Número de piezas de hot cakes que comen habitualmente los consumidores potenciales.

En lo que respecta a la frecuencia de consumo del producto, la figura 14 muestra que el 65.9% consume al menos una vez al mes. Mientras que alrededor del cuarto de la población tiene una ingesta de producto de 2 a 4 veces al mes. A pesar de que más del 50% de los encuestados indicaron que consumen una vez al mes cabe resaltar que al consumirlos exceden más de un hot cake como se indicó en el gráfico anterior.

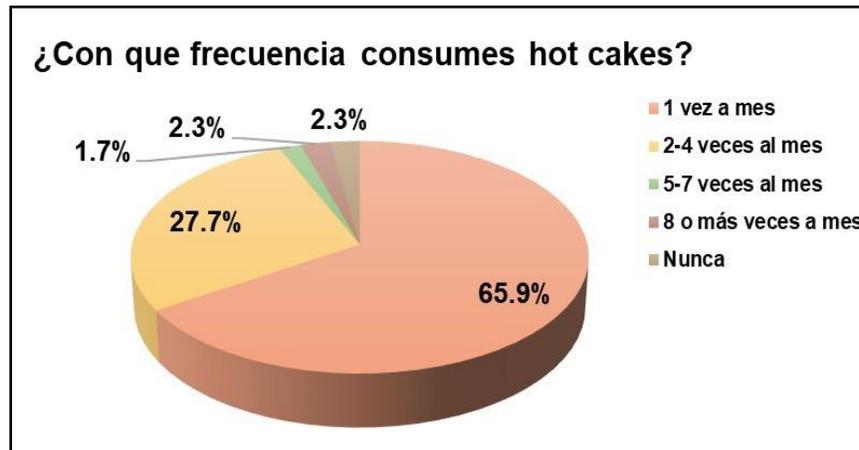


Figura 14. Frecuencia de consumo de hot cakes en consumidores potenciales.

Con la intención de evaluar el conocimiento de los encuestados sobre los beneficios de la manzana, la figura 15 indica que el 59.54% de las personas conocen las ventajas de su consumo, lo cual indica que esta fruta es reconocida y puede ayudar en el desarrollo de este nuevo producto. Como se mencionó anteriormente, la harina de trigo es la principal fuente para la elaboración de hot cakes, por lo que la presencia de harinas alternativas al trigo puede ofrecer beneficios a los consumidores principalmente a las personas que son celíacas (intolerantes al gluten).

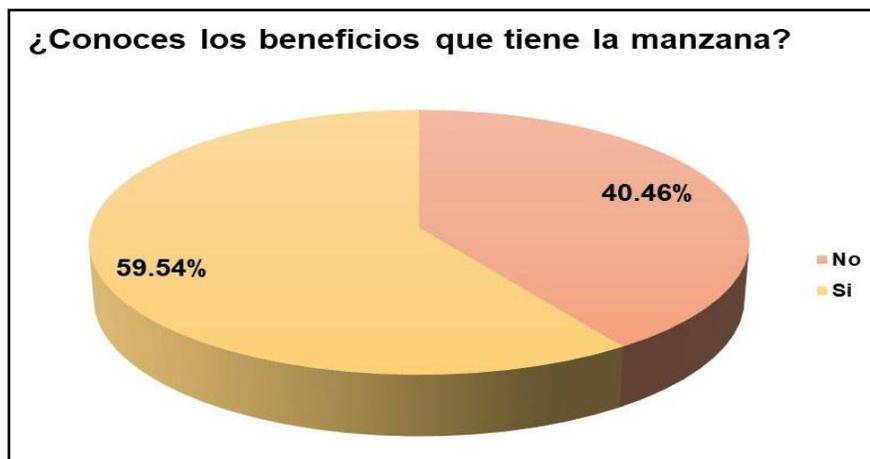


Figura 15. Conocimiento de los consumidores potenciales sobre los beneficios del consumo de la manzana.



Para conocer la incidencia de celiacía, la figura 16 muestra que de la población encuestada el 82.1% menciona que no sufren de intolerancia al gluten, lo cual nos indica que la población afectada es mínima con el 5.2%. Tomando en cuenta que, en México, se estima que el 2.6% de la población sufren de intolerancia y solo el 9% han sido diagnosticadas ya que se pueden confundir algunos de los síntomas con alguna otra enfermedad como lo es infección estomacal (ISSSTE, 2017). Sin embargo, el 67.6% de las personas están interesadas en consumir productos libres de gluten, aunque no tengan intolerancia a éste (Figura 17)., debido a esto se buscaron alternativas que puedan ser utilizadas para ambas poblaciones.

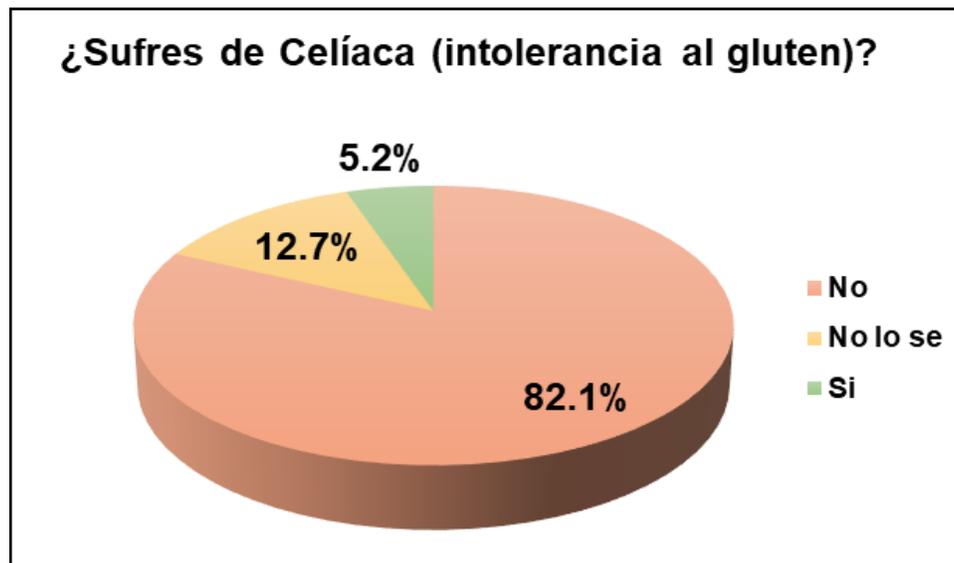


Figura 16. Porcentaje de personas con celiacía en consumidores potenciales.

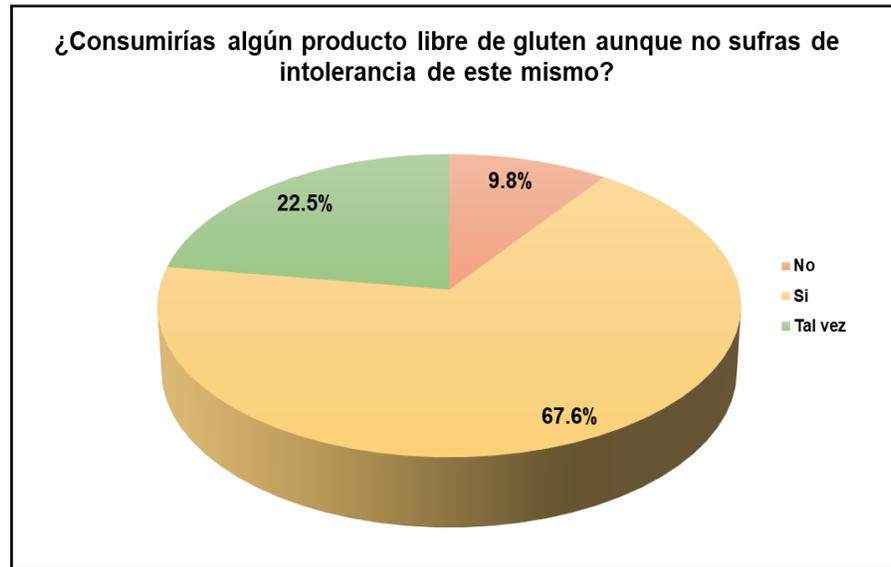


Figura 17. Porcentaje de aceptación de productos libres de gluten en consumidores potenciales.

Conociendo el interés por un producto libre de gluten, la figura 18 indica que, el 80.9% de los encuestados están dispuestos a consumir hot cakes a base de harina de bagazo de manzana, lo cual da como resultado una buena aceptabilidad de este producto dentro del mercado.



Figura 18. Porcentaje de consumo potencial de hot cakes a base de harina de bagazo de manzana en consumidores.



La figura 19 muestra que el 46.8% de los consumidores encuestados estarían dispuestos a comprar el producto en un rango de precio de \$40-\$50 pesos mexicanos en presentación de 500g, el 37.6% pagarían un rango de \$60-\$70. Sin embargo, solo el 2.3% estaría dispuestos a pagar más de \$100.00. El precio de \$40.00 a \$50.00, el cual corresponde al de mayor porcentaje de aceptación, a pesar de ser más caro en comparación con las harinas convencionales de trigo, está por debajo de los competidores directos como se indica en la tabla 14.

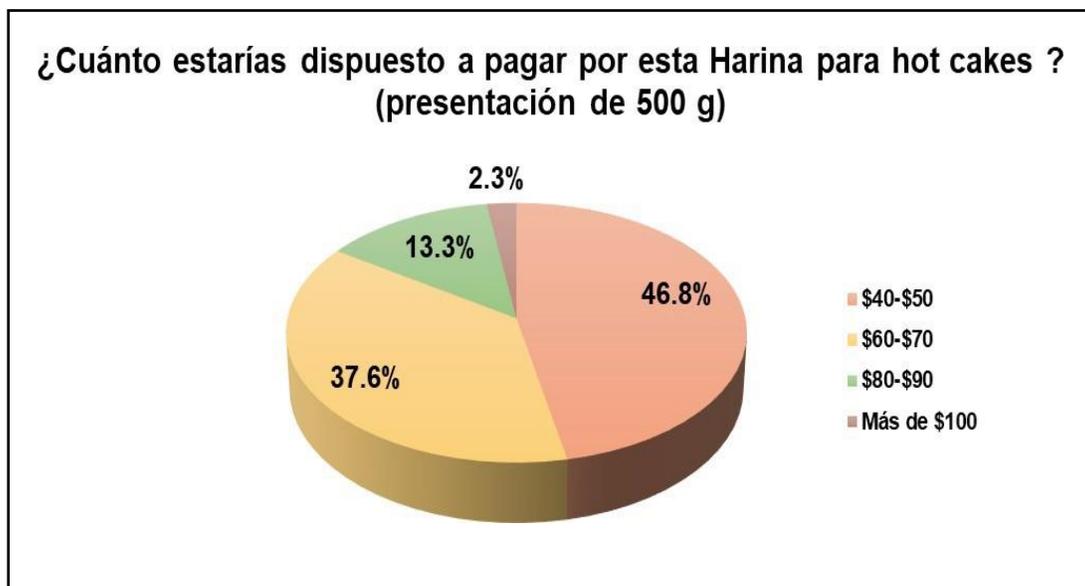


Figura 19. Rango de precios que pagarían consumidores potenciales por harina de hot cakes.

Con base en lo anterior, la figura 20 muestra los principales canales de distribución que los consumidores prefieren para la adquisición del producto donde sobresalen los supermercados, las tiendas de autoservicio y las tiendas de conveniencia. Esto se debe a que son unos de los principales puntos de venta para poder adquirir productos de este tipo.

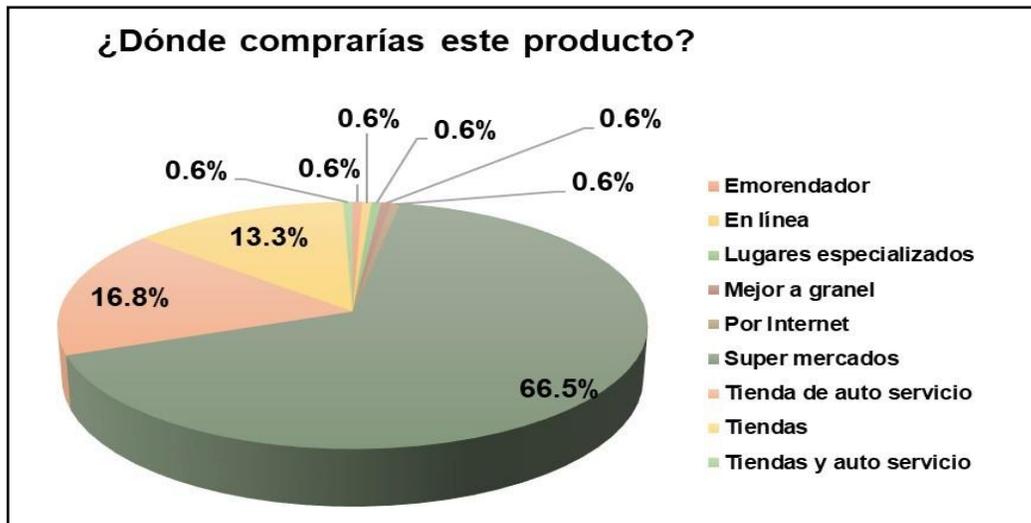


Figura 20. Alternativas de puntos de venta de harina de hot cakes en consumidores potenciales.

Respecto a la presentación del producto y cómo se muestra en la figura 21, el 72.8% de los encuestados respondieron que es importante el empaque debido a que, el diseño otorga una presentación más atractiva además protege y preserva el producto mismo y pueda conectar con las necesidades de cada uno de los consumidores



Figura 21. Influencia del empaque en la compra de harina para hot cakes en consumidores potenciales.



Los elementos que más atraen son el producto mismo y el diseño del empaque (Figura 22). Finalmente, al ser un producto innovador, el 66.47% de las personas encuestadas respondieron que tal vez consumirá el producto, y solo el 30.06% estarían completamente de acuerdo en consumirlo (figura 23).

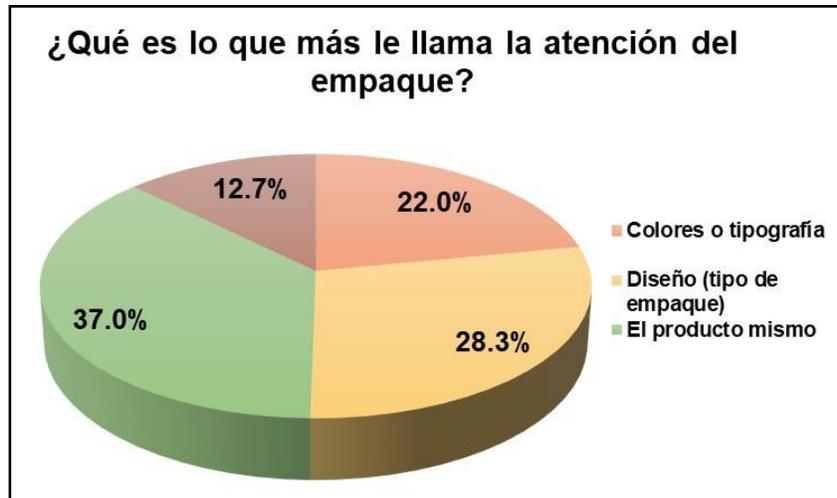


Figura 22. Atributos de empaque para harina de hot cakes que impactan en consumidores potenciales.

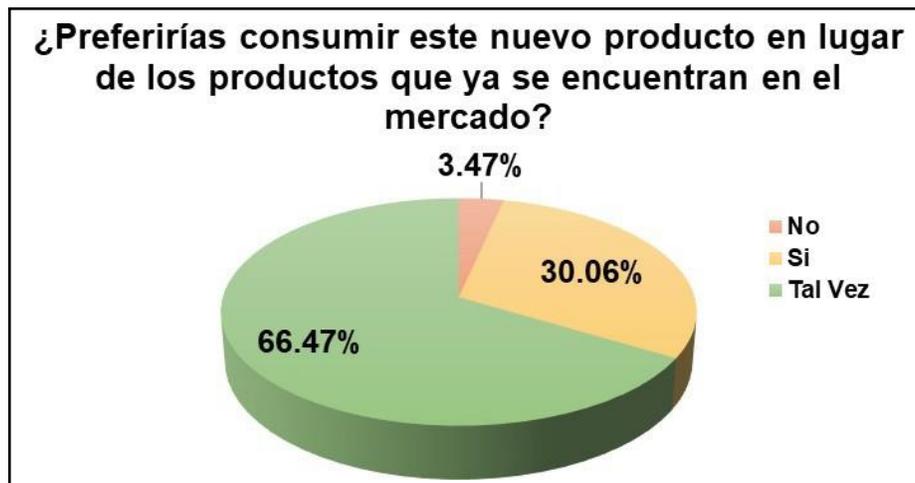


Figura 23. Preferencia de consumo de hot cakes a base de harina de manzana en consumidores potenciales.



4.2. Propiedades funcionales

4.2.1. Harina de bagazo de manzana

En alimentos libres de gluten, dentro de los principales ingredientes que han sido utilizados como su remplazo, se encuentran los almidones, gomas o hidrocoloides, así como la fibra dietética (Arendt y Dal, ,2008). Por ese motivo es importante determinar las propiedades funcionales en la harina de bagazo de manzana, como son la capacidad de hinchamiento, absorción de agua y absorción de aceite.

En la tabla 15, se muestran los resultados de las propiedades funcionales de la harina de bagazo de manzana determinados experimentalmente comparadas con datos bibliográficos de una harina de manzana red Delicious. La capacidad de hinchamiento y capacidad de absorción de aceite muestran una diferencia, atribuidas a la variedad de manzana que se utilizó en la experimentación, la cual fue criolla proveniente de Puebla. Esta variedad se destaca por ser un fruto derivado de Red Delicious y cuyas características se deben a rasgos ambientales y genéticos. Sin embargo, la capacidad de absorción de agua para ambos casos es similar, debido a que la fibra tiene una gran afinidad por el agua y porque la manzana tiene un contenido promedio de 2.4 g de fibra por cada 100 g (USDA) y por tener un mayor contenido de almidón al ser insoluble hace que sea mayor la capacidad de hinchamiento y una mayor absorción de agua y aceite.



Tabla 15. Resultados propiedades funcionales de harina de manzana

Propiedades Funcionales	Datos bibliográficos (Manzana Red Delicious) Ktenioudaki y O'Shea (2013) y O'Shea y Ktenioudaki (2014)	Datos Experimentales (Manzana Criolla)
Capacidad de hinchamiento (mL/g)	7.59	9.46 ± 0.80
Absorción de agua(g/g)	6.34	6.19 ± 0.2
Absorción de aceite (g/g)	1.33	4.88 ±0.42

4.2.2. Prototipos de hot cakes

- **Absorción de aceite**

La capacidad de hinchamiento y la capacidad de absorción de aceite están relacionadas con la interacción proteína-grasa y el contenido de fibra (García *et al.*, 2012). La capacidad de absorción de grasa de un alimento está relacionada con el número de cadenas laterales no-polares de las proteínas, las cuales se enlazan con las cadenas hidrocarbonadas de la grasa (Vegas y Zavaleta, 2017).

En la figura 24 se muestra la capacidad de absorción de aceite de cada una de las formulaciones y el control en la cual se observa que no existe diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre la harina comercial y los prototipos 85:15 y 80:20, por lo que se puede decir que existe una buena interacción entre las proteínas y la grasa de igual manera, se puede considerar que la adición de harina de manzana no presenta



ningún efecto en cada una de las mezclas, debido a que no aporta grupos no polares que se orienten con la presencia de lípidos, lo cual esta interacción de proteínas y lípidos se debe a la adición de la harina de arroz, lo que se puede deducir que la absorción de aceite es importante en la estructuración de algunos alimentos, en la palatabilidad y en su vida útil, por lo que se deduce que es una vía factible el uso de harinas vegetales o de algunas frutas, en este tipo de productos (Fennema, 2000).

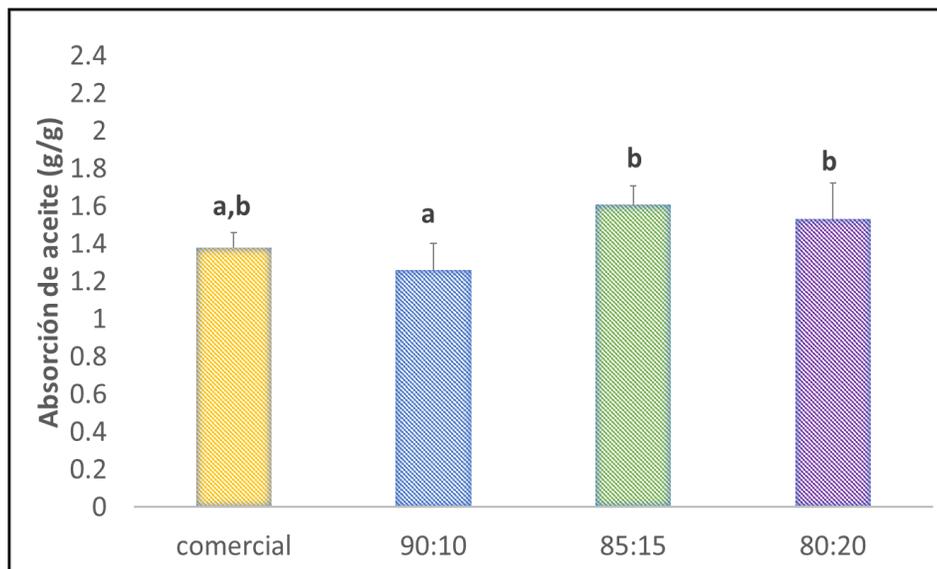


Figura 24. Absorción de aceite de prototipos: comercial, mezclas 90:10, 85:15 y 80:20 harina de bagazo de manzana: harina de arroz. Las letras iguales en cada barra indican que no hay diferencia significativa.

- **Absorción de agua**

Arendt y Dal, (2008) mencionan que la harina de arroz es altamente utilizada en la panificación como sustituto de harina de trigo, sin embargo, tiene proteínas con propiedades funcionales relativamente bajas. Debido a su naturaleza hidrofóbica las proteínas del arroz son insolubles e incapaces de formar una masa viscoelástica como la harina de trigo. El bajo contenido de prolaminas en harina de arroz resulta en la escasa formación de una red proteica cuando la harina es amasada con agua, produciendo un bajo volumen y compactación en sus productos de panificación. Diferente a la suavidad y amplia estructura de un producto de harina de trigo. Sin



embargo, los hidrocoloides contenidos en la harina de manzana permiten remediar este limitante debido a la presencia de los grupos hidroxilo, que incrementan su afinidad con el agua. Razavi, (2019) menciona que los hidrocoloides provienen de varias fuentes naturales como la pectina en cáscaras de manzana, tal es el caso de la harina de bagazo de manzana. Además, la adición de fibras vegetales o hidrocoloides en productos de panificación puede desacelerar la migración de agua de la miga a la corteza y del almidón al gluten, lentificando el proceso de envejecimiento que provoca el desmoronamiento de la miga debido a la pérdida de interacciones intermoleculares entre ingredientes, asociado comúnmente por la pérdida de agua; además de ello las fibras proporcionan frescura y textura al producto final (Rocha *et al.*, 2015).

En la figura 25 se observa una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre el control y los prototipos esto se relaciona a que la harina de manzana tiene aproximadamente un 50% más de contenido de fibra en comparación a la harina de trigo (0.8 g/g), es por eso por lo que entre los prototipos no existe diferencia significativa, la cual esta propiedad funcional aporta mayor viscosidad a los prototipos adicionados con harina de bagazo de manzana.

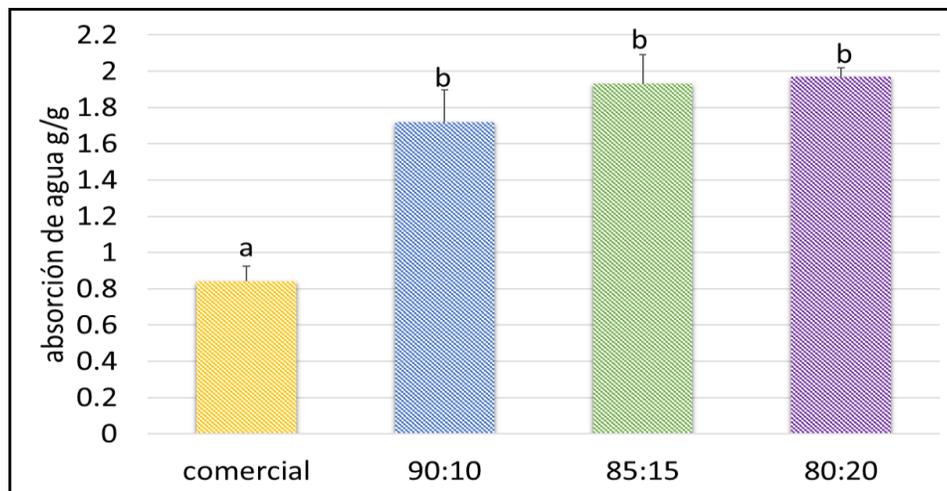


Figura 25. Absorción de agua de prototipos: comercial, mezclas 90:10, 85:15 y 80:20 harina de bagazo de manzana: harina de arroz. Las letras iguales en cada barra indican que no hay diferencia significativa.



● Capacidad de Hinchamiento

En la figura 26 se observa que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las medias de los prototipos y el control, a excepción de los prototipos 90:10 y 85:15, cuyas medias son similares y no existen diferencias significativas; esto se debe a que la capacidad de hinchamiento está relacionada con la composición química, tamaño y área superficial de las partículas de la fibra, asimismo está relacionado con la capacidad de absorción de agua y es una propiedad funcional de las proteínas, fundamental para la preparación de alimentos viscosos tales como sopas, salsas, masas y de productos horneados, donde se requiere una buena interacción proteína-agua (García *et al.*, 2012). La adición de un hidrocoloide a los productos de panificación de harina de arroz incrementa su volumen y estructura. Éstos tienen una afinación y retención del agua de incluso hasta 100 veces su peso en agua (Phillips *et al.*, 2009).

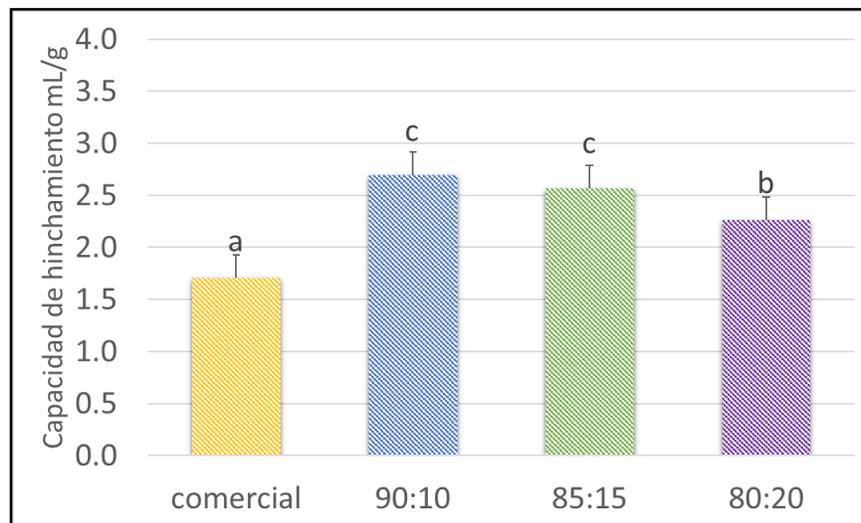


Figura 26. Capacidad de hinchamiento de prototipos: comercial, mezclas 90:10, 85:15 y 80:20 harina de bagazo de manzana: harina de arroz. Las letras iguales en cada barra indican que no hay diferencia significativa.



● Viscosidad

El incremento de la viscosidad es el resultado de la absorción de agua y la capacidad de hinchamiento de los gránulos del almidón, sin embargo, la fibra y las proteínas pueden influir en este parámetro. En la Figura 27 se muestra el comportamiento de la viscosidad de los prototipos y el control con respecto a la velocidad de cizalla, manejando las mismas velocidades de cizalla. Se analizaron los resultados y la formulación 80:20 presentó una viscosidad mayor en comparación con las demás, esto se atribuye a que es la formulación con mayor porcentaje de harina de bagazo de manzana, al momento que se incrementó la velocidad de cizalla presentó un aumento considerable en la viscosidad de la mezcla (espesamiento por cizalla) esto se puede atribuir a que tiene un mayor contenido de fibra y pectina. Por otra parte, los prototipos 90:10 y 85:15 la viscosidad es similar a la harina comercial, favoreciendo las propiedades funcionales de capacidad de absorción de agua y capacidad de hinchamiento.

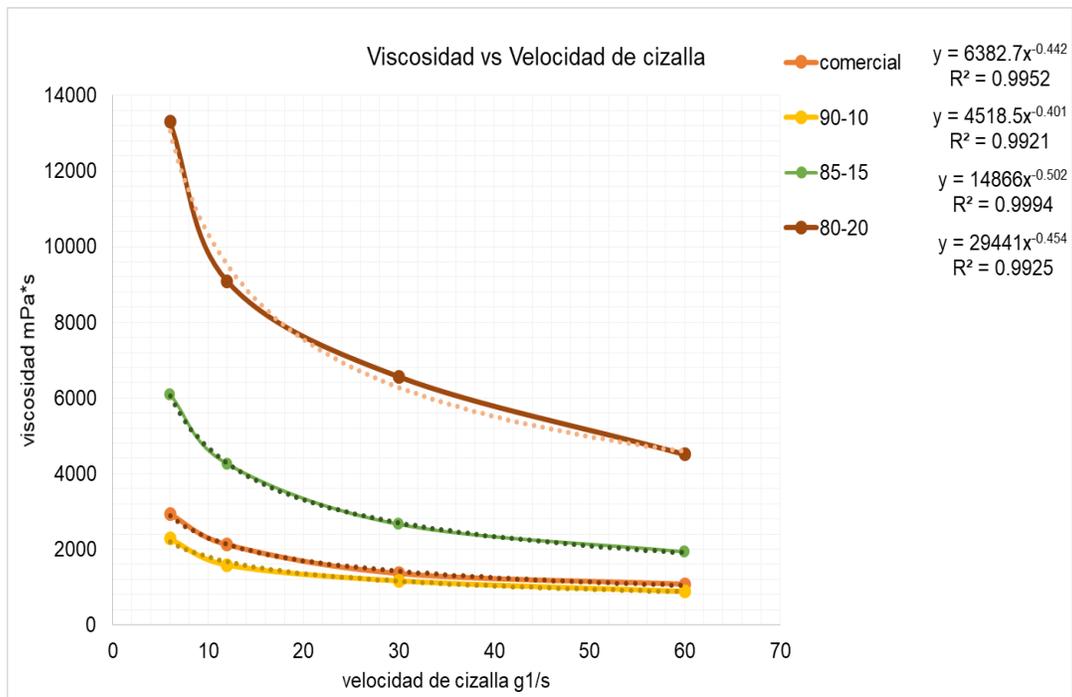


Figura 27. Comparación de viscosidades de prototipos: comercial, mezclas 90:10, 85:15 y 80:20 harina de bagazo de manzana: harina de arroz.



Partiendo de este análisis, se determinó que el prototipo 85:15, es el más favorable para la producción de hot cakes, ya que presenta características similares en comparación con un hot cake tradicional; al aumentar la velocidad de cizalla, disminuye la viscosidad de la mezcla y se presenta el comportamiento de un fluido pseudoplástico; esto se debe a que existe una resistencia al flujo, cuando las moléculas poliméricas entrelazadas se encuentran hasta alinearse, lo que refiere a que tendrá el mismo comportamiento que la mezcla comercial.

4.3. Elaboración de prototipos y evaluación sensorial

Una evaluación sensorial tipo hedónica se llevó a cabo, este tipo de prueba se realizó a 39 panelistas no entrenados, donde se evaluaron las tres formulaciones contra una comercial para conocer cuál de las 3 formulaciones propuestas era la más aceptada por los panelistas. El 69.3% de los panelistas fueron mujeres mientras que el 30.77% fueron hombres en un rango de 19 a 60 años, predominando la edad de 20 años los más encuestados.

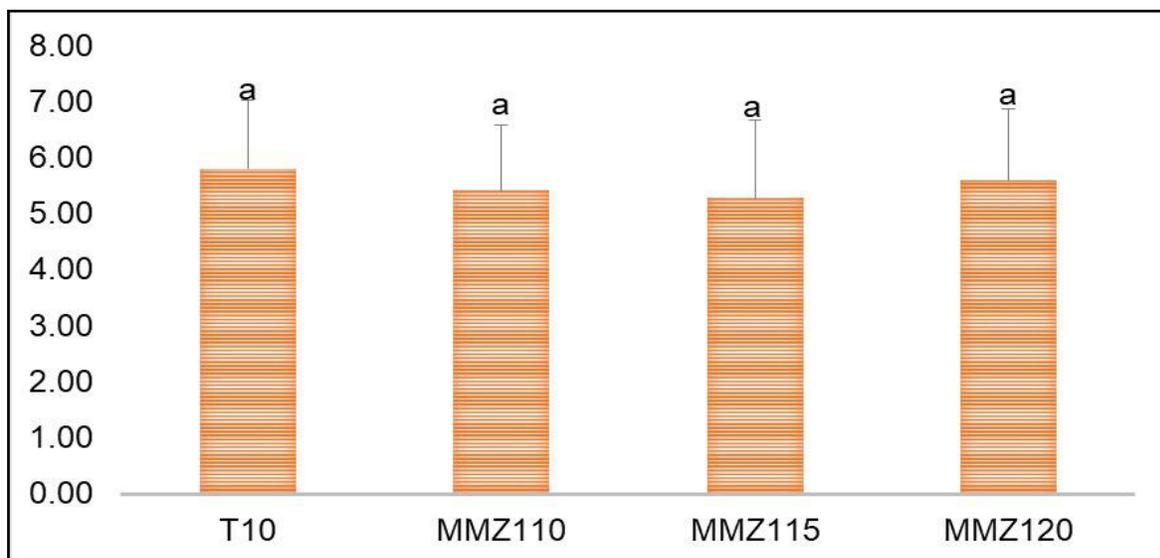


Figura 28. Color de muestras de hot cakes preparados con diferentes proporciones de harina de bagazo de manzana: harina de arroz: T10= 100% Trigo, MMZ110= 90:10, MMZ115= 85:15 y MMZ120= 80:20 Letras similares indican que no hay diferencia significativa.



En la figura 28 se observa que en la comparación de las medias respecto al color de las formulaciones para hot cakes a base de harina de bagazo de manzana y harina de arroz, no existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$), esto se debe a que los consumidores seleccionaron la opción 5 (Me gusta poco) y aunque la harina de manzana aporta un color café claro a la mezcla seca, al momento de la cocción pierde color, lo cual da la apariencia de un hot cake tradicional; dando como resultado que no existe evidencia suficiente para confirmar que el consumidor prefiera alguno de los prototipos comparándolos con el control a base de harina de trigo (T10).

Como se muestra en la figura 29 no hay diferencia significativa ($p \geq 0.05$), para el atributo del olor, ya que todas las medias son similares y el olor que aporta la harina de manzana es muy ligero y dulce sin afectar esta característica en los hot cakes, lo que corresponde a que para este atributo no afecta en ninguna de las formulaciones.

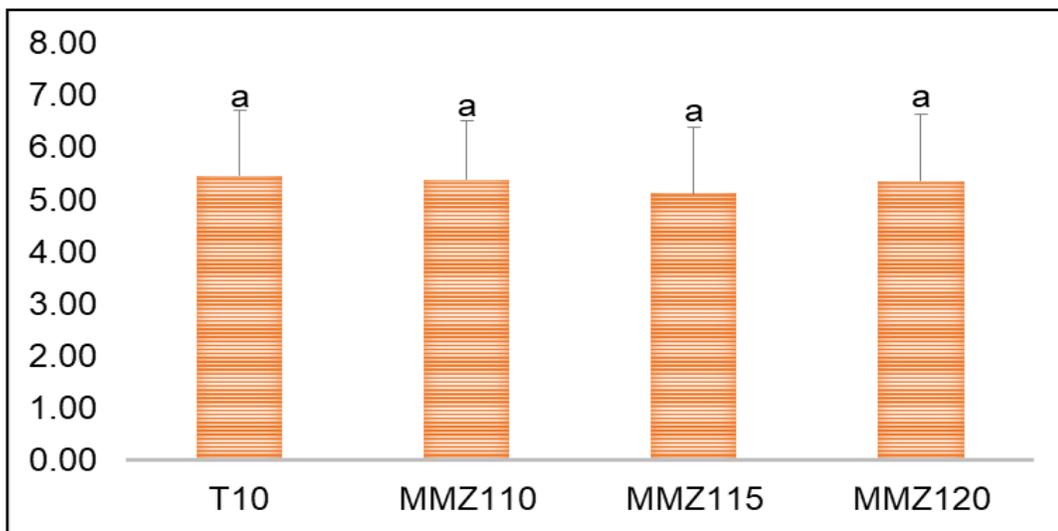


Figura 29. Olor de muestras de hot cakes preparados con diferentes proporciones de harina de bagazo de manzana y harina de arroz: T10= 100% Trigo, MMZ110= 90:10, MMZ115= 85:15 y MMZ120= 80:20 Letras similares indican que no hay diferencia significativa.



En el caso del atributo de dulzor, se muestra que no existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre las medias de los prototipos contra el control, esto refiere a que se puede seleccionar cualquiera de las formulaciones ya que no existe evidencia suficiente de que los panelistas tengan preferencia por alguna.

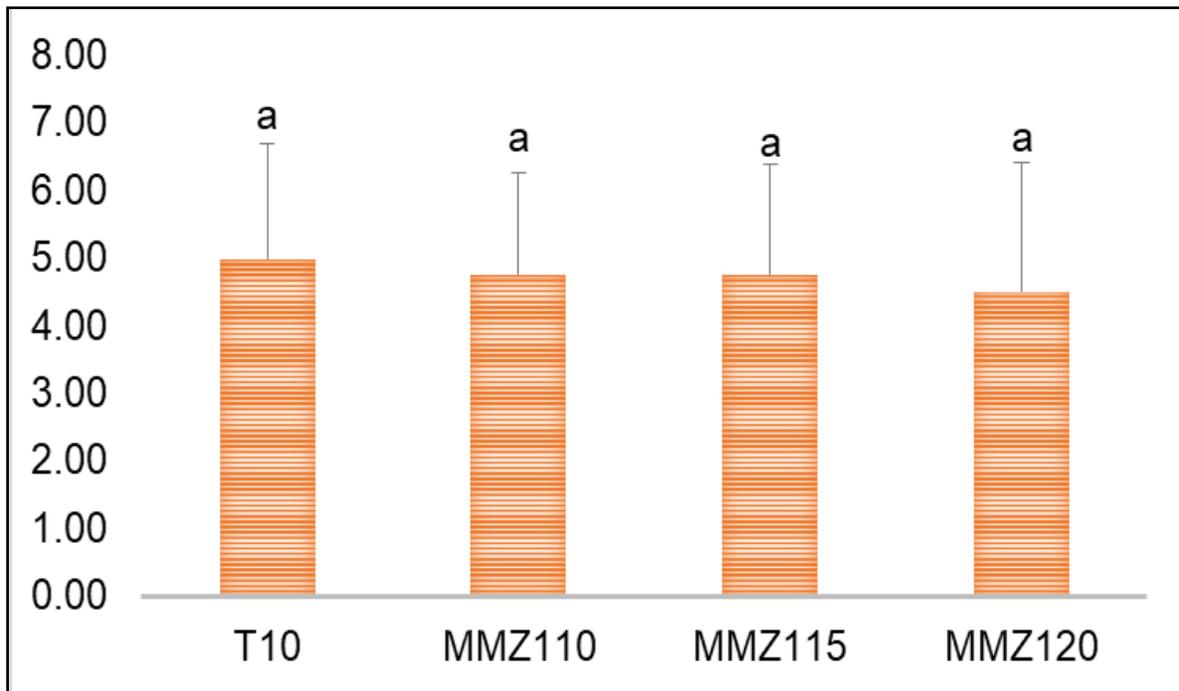


Figura 30. Dulzor de muestras de hot cakes preparados con diferentes proporciones de harina de bagazo de manzana y harina de arroz: T10= 100% Trigo, MMZ110= 90:10, MMZ115= 85:15 y MMZ120=80:20 Letras similares indican que no hay diferencia significativa.

En la figura 31 se observa que las medias del parámetro de dulzor de las formulaciones para hot cakes no tienen diferencia significativa ($p \geq 0.05$), es decir los panelistas no encuentran ninguna diferencia por lo que tampoco tienen alguna preferencia por alguna de ellas, ya que el porcentaje añadido de harina de bagazo de manzana oscila en un rango del 5% entre cada formulación lo cual no es significativo.

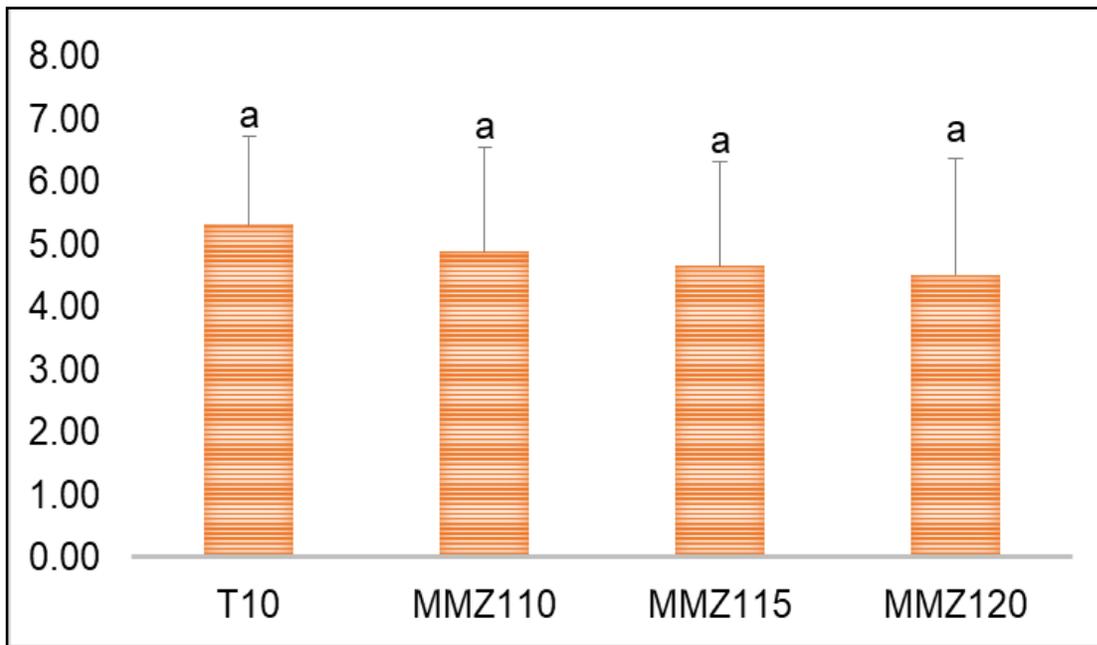


Figura 31. Sabor de muestras de hot cakes preparados con diferentes proporciones de harina de bagazo de manzana y harina de arroz: T10= 100% Trigo, MMZ110=90:10, MMZ115= 85:15 y MMZ120=80:20 Letras similares indican que no hay diferencia significativa.

La textura es una parte fundamental de cualquier producto, por lo que en la figura 32 se puede observar que entre las formulaciones no existe ninguna diferencia significativa ($p \geq 0.05$), pero con respecto al control si existen diferencias ($P \leq 0.05$), esto debido a que la textura que los panelistas mencionaron era una textura más arenosa debido a que el tamaño de partícula es mayor a la de una harina tradicional (malla #80), por lo que las medias de las formulaciones salieron más bajas que las del control, como resultado no fue bien aceptado el atributo de la textura teniendo como calificación promedio de 4.5.

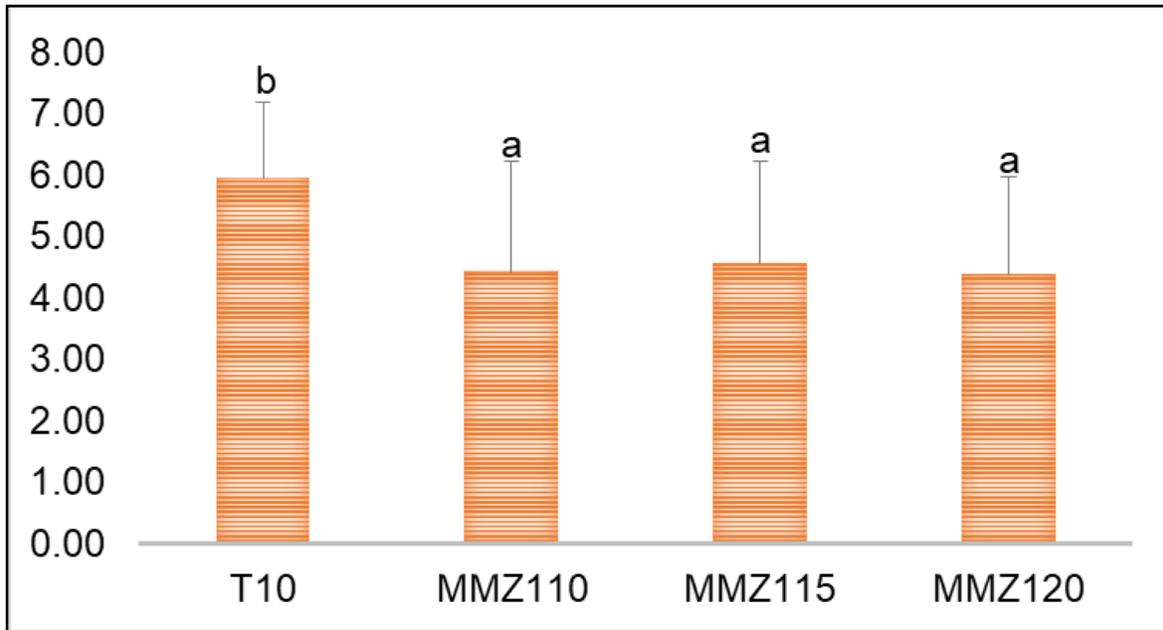


Figura 32. Textura de muestras de hot cakes preparados con diferentes proporciones de harina de bagazo de manzana y harina de arroz: T10= 100% Trigo, MMZ110= 90:10, MMZ115= 85:15 y MMZ120= 80:20 Letras similares indican que no hay diferencia significativa.

4.4. Composición química y diseño de etiqueta

Posteriormente de la evaluación sensorial y la determinación de las propiedades funcionales, se determinó la composición química del prototipo de hot cakes con concentración 85:15 harina de arroz-harina de bagazo de manzana, para determinar su aporte nutricional (tabla 16) y desarrollar su etiqueta conforme a la NOM-051-SFCI/SSA1- 2010.



Tabla 16. Composición Química de prototipo 85:15

Componente	Composición química (%)
Humedad	42.40 ± 0.278
Cenizas	2.34 ± 0.119
Proteínas	6.74 ± 0.124
Carbohidratos	38.57
Azúcares	2.28
Fibra dietética	4.29
Lípidos	3.38 ± 0.142
Sodio	0.43
Gluten	N/A

La humedad del producto fue de 42.40%, indica que al someter a calor la mezcla para la realización del hot cake no pierde en su totalidad la humedad debido a que el porcentaje de leche utilizado en la formulación tiene el mayor porcentaje 43.17% lo cual favorece principalmente a que el producto final tenga una textura y consistencia agradable.

El porcentaje de cenizas en los alimentos corresponden principalmente a minerales esenciales para una nutrición adecuada como lo son: calcio, fósforo, zinc hierro, etc., el contenido de cenizas en la formulación 85:15 fue de 2.34%, lo cual representa un buen aporte en la dieta diaria.

El porcentaje de proteína que se obtuvo fue de 6.74%, en esto se involucra las proteínas de la leche, huevo, harina de manzana y arroz. El porcentaje obtenido es similar al resultado bibliográfico que esperábamos, el cual es de 6.4% de proteína en un hot cake tradicional con harina de marca Gamesa.



En el caso del contenido de carbohidratos, el porcentaje que se obtuvo fue de 40.46% de los cuales 2.28 % fueron azúcares; esto se debe al contenido de sacarosa de la harina de manzana y al almidón que se encuentra en las harinas de arroz y manzana que conforman la formulación. Este porcentaje es elevado en comparación de un hot cake tradicional de la marca Gamesa que tiene un contenido de 29.5 %; o la marca pronto con 30 % de carbohidratos y 4 % de azúcares.

El contenido de fibra dietética en la formulación 85:15 fue de 4.29%, el cual es un resultado mayor en comparación con una harina tradicional, ya que está presenta 1g/100g. Los resultados se atribuye a que se ocupó bagazo de manzana, que en su mayoría está compuesto por cáscara y tiene un aporte significativo de fibra.

Para el caso del contenido de lípidos se obtuvo el 3.38%, el cual es bajo, esto se debe a que la harina de manzana y de arroz contienen un bajo porcentaje de lípidos, el aumento de grasa se debe a la adición de leche y huevo en la formulación, sin embargo, este porcentaje se sigue considerando bajo para este tipo de productos.

El contenido de sodio presente en la harina es alto ya que presenta un contenido de 0.43% es decir 423 miligramos por cada 100 g de harina y de acuerdo con la NOM-051-SFI/SSA-2010, para el etiquetado de alimentos, debe de ser <300 miligramos de sodio, es por eso por lo que la harina para hot cakes tiene un exceso de sodio, lo cual es recomendable consumirlo moderadamente.

Se realizó la prueba de gluten húmedo; de acuerdo con la norma CODEX STAN 118/1979 reconoce alimentos “exentos de gluten”, aquellos en donde su contenido no sobrepase los 20 mg/kg de gluten total; durante todo el lavado se obtienen resultados negativos a la prueba de Lugol y no se acumula gluten en el tamiz, lo cual nos comprueba que no hay existencia de gluten en la harina para hot cakes y la hace una alternativa de consumo para personas celiacas.



A) Diseño de etiqueta

Para el diseño de la etiqueta del producto final se elaboró conforme a las especificaciones de la NOM-051-SFCI/SSA1-2010, teniendo en consideración: nombre del producto, contenido neto, lote para su rastreo, fecha de caducidad, lista de ingredientes, información nutrimental, en esta parte es importante mencionar el contenido de fibra dietética y el contenido de sodio, de igual manera es importante mencionar que es libre de gluten, nombre y domicilio del responsable del producto y el país de origen.

B) Aporte Energético

Con los factores de conversión, se tiene que para 500 g de harina de hot cakes a base de harina de bagazo de manzana y harina de arroz, los g de cada componente, determinados por un análisis químico, componen el aporte energético, que se muestra en la tabla (17).

Tabla 17. Aporte energético prototipo 85:15

Componente	%	Gramos	Kcal/kJ
Proteínas	6.74	33.7	134.8/572.9
Carbohidratos	38.5	192.8	809.2/3451.6
Grasas	3.38	16.9	67.6/625.3



Por lo que al sustituir la cantidad de gramos en las ecuaciones 6 y 7 el resultado es de 1096 Kcal o 4585.6 Kj.

Información Nutricional		
Porciones por envase: Aprox. 14.3 Tamaño de la porción: 35 g		
Cantidad por porción	100 g de producto preparado	1 porción (35g) preparado
Contenido Energético	219.2Kcal (917.1 kJ)	76.65Kcal (320.7 kJ)
Proteínas	7 g	3 g
Grasas Totales	3.4 g	1.2 g
Grasas Saturadas	1.40 g	0.5 g
Grasas Trans	0 g	0 g
Hidratos de Carbono	39 g	14 g
Azúcares	2 g	1 g
Azúcares añadidos	7 g	2 g
Fibra Dietética	3 g	1 g
Sodio	0.47 g	0.17 g
Contenido Energético por envase (500 g) 1096 Kcal (4585.6 kJ)		
INGREDIENTES: HARINA DE ARROZ, AZÚCARES AÑADIDOS (AZÚCAR), HARINA DE BAGAZO DE MANZANA, POLVO PARA HORNEAR, SAL YODADA Y SABORIZANTE ARTIFICIAL.		
NO CONTIENE GLUTEN		
***VALOR NUTRIMENTAL DE REFERENCIA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-SCFI/SSA1-2010		
HECHO EN MÉXICO . Elaborado por Natural Cake S.A de C.V Av Jiménez Cantú, s/n, INFONAVIT Nte., 54740, Cuautitlán Izcalli. México.		
CONSÉVESE EN UN LUGAR FRESCO Y SECO		

Figura 33. Información nutrimental

De acuerdo con la Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-051- SCFI/SSA1-2010 publicada el 5 de abril de 2010 y que entró en vigor el 27 de Marzo de 2020, se debe declarar la información nutrimental en la parte frontal del etiquetado señalando grasas saturadas, otras grasas, azúcares totales, sodio y energía. Para una porción de hot cakes preparado, equivale a 35 g lo cual aporta:

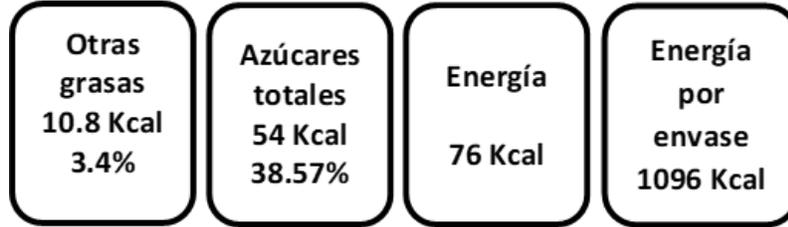


Figura 34. Etiquetado frontal nutrimental



Figura 35. Sellos de advertencia

C) **Diseño de logo y etiqueta de presentación**

Se eligió el nombre de Natural cake, ya que nuestro producto está formulado a partir de productos naturales, lo cual demuestra que el producto llega a ser innovador y natural, para la preparación de hot cakes (Figura 35).



Figura 36. Logo Natural Cake



RESULTADOS Y ANÁLISIS

En las figuras 37 y 38 se muestra la parte frontal y trasera de la etiqueta, la cual indica la información requerida para el producto



Figura 37. Etiqueta Frontal



Ingredientes	7 hot cakes	14 hot cakes
Harina Natural Cake	2/3 tazas	1 1/3 tazas
Leche	2/3 tazas	1 1/3 tazas
Huevo	1	2

Paso 1.
Mezcla los ingredientes, y bate hasta que no haya grumos

Paso 2.
Vierte la mezcla en un sartén previamente calentado y engrasado

Paso 3
Voltea tu hot cake, cuando la superficie tenga burbujas y las orillas estén cocidas

Información Nutricional	
Porciones por envase: Aprox. 14.3 Tamaño de la porción: 35 g	
Cantidad por porción	1 porción (35g) preparado
Contenido Energético	194.7Kcal (895.1 kJ) - 68.1Kcal (333.3 kJ)
Proteínas	6.8 g
Grasas Totales	3.4 g
Grasas Saturadas	1.40g
Grasas Trans	0 g
Hidratos de Carbono	38.57 g
Azúcares	2.5 g
Azúcares añadidos	6.67
Fibra Dietética	3.38 g
Sodio	0.47g
Contenido Energético por envase (500 g)	973.6 Kcal (4475.8 kJ)

INGREDIENTES: HARINA DE ARROZ, AZÚCARES AÑADIDOS (AZÚCAR), HARINA DE BAGAZO DE MANZANA, POLVO PARA HORRIEAR, SAL Y ODADA Y SABORIZANTE ARTIFICIAL.

NO CONTIENE GLUTÉN

***VALOR NUTRIMENTAL DE REFERENCIA
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-SCFI/SSA1-2010
HECHO EN MÉXICO - Elaborado por Natural Cake S.A de C.V Av. Jiménez Cantú, s/n. INFONAVIT Itzc., 54740, Cuautlán Izcalli, México.

CONSEJESE EN UN LUGAR FRESCO Y SECO

7 509946 352417

FECHA DE CADUCIDAD Y LOTE

Figura 38. Etiqueta trasera



5. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

- El estudio de mercado muestra que los hot cakes a base de harina de bagazo de manzana y harina de arroz son factibles, para su introducción al mercado, ya que 80.9% de la población está dispuesta a consumir este nuevo producto, por ser un producto innovador y una alternativa más saludable.
- La evaluación sensorial aplicada a jueces no entrenados, arrojaron resultados satisfactorios, ya que los tres prototipos fueron aceptados, lo que indica que no hay diferencia entre uno y otro prototipo, en comparación con un producto comercial.
- Respecto a las propiedades funcionales de la harina de bagazo de manzana, comparando los resultados obtenidos con respecto a los datos bibliográficos, resultan una buena alternativa para la elaboración de hot cakes.
- La formulación seleccionada como la mejor, respecto a sus propiedades funcionales, fue la que contenía 85% harina de arroz y 15% de harina de bagazo de manzana, ya que su capacidad de absorción de agua fue de 1.93 g agua/g, capacidad de absorción de aceite 1.61 g aceite/g y su capacidad de hinchamiento fue de 2.56 mL/g.
- EL prototipo presentó un alto contenido en carbohidratos (38.57%) debido al contenido de almidones presentes en ambas harinas y un contenido considerable de proteínas (6.74%) se puede considerar que su consumo sea moderado.

De acuerdo con método de Lugol, se determinó que el producto está exento de gluten, ya que presentaba valores negativos al lavado, lo que corresponde a que el valor es menor a 20 mg/kg, de acuerdo con la norma CODEX STAN 118/1979.

- En el desarrollo de la etiqueta y de la tabla de información nutrimental de



acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, se determina que el producto está exento de sellos precautorios. Siendo un producto saludable, recomendado para personas que sufren de intolerancia al gluten, y para el consumo en general.

- El uso de residuos, provenientes de las industrias sidreras y jugueras, es una alternativa para el desarrollo de subproductos para el uso en panificación, por su alto contenido de fibra dietética.



6. Recomendaciones

- Determinar propiedades funcionales y composición química de la harina de trigo comercial y a una harina libre de gluten, para posteriormente compararlas con la harina de manzana y arroz.
- Determinar la vida de anaquel de la harina para hot cakes a base de harina de manzana y harina de arroz.



Bibliografía

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en tabasco*, 11(1-2), 333-338. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Arendt, E., & Dal, B. F. (Eds.). (2008). *Gluten-free cereal products and beverages*. Elsevier Science & Technology.
- Asociació Celíacs de Catalunya (s/f). *Tabla orientativa, Alimentos con y sin gluten*. (s.f.). Recuperado el 19 de abril de 2022, de www.celiacscatalunya.org
- Bouzo, C. A. (2015). *Cultivos Frutales y Ornamentales para zonas templado-cálidas (primera ed.)*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral. Recuperado el 19 de abril de 2022
- Calvopiña, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en un pan libre de gluten*. Recuperado el 11 de abril de 2022
- Cano-Montiel, A. (2007). *Nuevas tendencias de panificación. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 1-7. Recuperado el 18 de abril de 2022
- Cárdenas, J. (2013). *Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, caracterización de sistemas de producción y plan de desarrollo (Primera ed.)*. (D. Miranda, G. Fischer, & C. Carranza, Editas.) Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Cervantes, K. (2016). *Subproductos obtenidos a partir de distintas cáscaras de fruta. Subproductos obtenidos a partir de distintas cáscaras de fruta (4)*. Recuperado el 19 de abril de 2022
- Codex Alimentarius (1981). *Norma Del Codex Para Alimentos "Exentos de Gluten" Codex STAN 118 1981(ENMANDADA EN 1983)*.
- Coelho, L. (2010). *Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 582-588.



- Dussán-Sarria, S. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinua y Chontaduro. *Información Tecnológica*, 30(5), 3-10. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 61-72. Recuperado el 23 de abril de 2022
- Estévez, V., & Araya, M. (2016). La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten. *Laboratorio de Gastroenterología*, 43(4), 428-433. DOI:10.4067/S0717-75182016000400014
- Fennema (2000). *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia. España. p.434-444.
- Figueroa, M. E., & López Levi, L. (2017). Desarrollo, turismo y marketing territorial: el caso de Zacatlán, Puebla. *Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura*, 37-64. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=419551034003>
- Fruteco. (2012). Fruteco. Recuperado el 18 de abril de 2022, de *El Cultivo de la Manzana*: www.fruteco.es
- García, O., Aiello, C., Peña, M., Ruiz, J., & Acevedo, I. (16 de Julio de 2012). Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. *UDO Agrícola*, 919-928.
- García, O., Mazarry, C., & Chirino, M. (2012). Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. *Revista Científica UDO Agrícola*, 919-928.
- González-Rubio, P. Y., & Cruz-Cansino, N. S. (2021). Fibra dietética: historia, definición y efectos en la salud. *Salud y educación*, 9(18), 187-195. Doi: <http://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6604>
- Gutiérrez, V., & Camacho, L. (2019). Elaboración de pan gourmet a base de corozo y manzana. *Ciencia y tecnología Alimentaria*, 17(1), 24-39.



- INFOAGRO. (s.f.). Recuperado el 9 de abril de 2022, de El cultivo de la manzana: https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/manzana.htm
- INFORURAL. (26 de noviembre de 2021). Inforural. Recuperado el 4 de abril de 2022, de <https://www.inforural.com.mx/>
- Ivankovich, C., & Araya, Y. (2011). "Focus Groups": Técnicas de Investigación Cualitativa en investigación de Mercados. *Ciencias Económicas*, 29(1), 545-554.
- ISSSTE. (28 de enero de 2017). Obtenido de <https://www.gob.mx/issste/articulos/eres-intolerante-al-gluten?idiom>.
- Jiménez, A., & Martínez, R. (2016). Enfermedad celíaca y nuevas patologías relacionadas con el gluten. *Aran*, 44-48. Doi: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.345>
- Ktenioudaki, A., & O'Shea, N. (2013). Rheological properties of wheat dough supplemented with functional by-products of food processing: Brewer's spent grain and apple pomace. *Journal of Food Engineering*, 362-368. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.12.005>
- León Encalada, K. I. (2016). Elaboración de productos de panificación utilizando harina de arroz (*Oryza sativa*). Riobamba, Ecuador. Recuperado el 19 de abril de 2022
- López Cuevas, S. (2014). Producción de manzana de calidad para mesa: oportunidad para salir de la pobreza para miles de familias campesinas del centro de México. Puebla: Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
- Lumbreras, C. (29 de diciembre de 2021). Agro Popular. Recuperado el 4 de abril de 2022, de <https://www.agropopular.com/manzana-pera-291221/>
- Matos-Chamorro, A., & Chambilla-Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana. *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 4-17. Recuperado el 23 de abril de 2022



- Mendoza M., J. P. (2021). La utilización de Harina de arroz y Kefir de leche, en productos de Panificación. Proyecto para la obtención del Título de Licenciatura en Artes Culinarias. Quito: Facultad de Artes y Humanidades. Recuperado el 19 de abril de 2022
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboración. CYTA - Journal of Food, 307-313. Doi: 10.1080/11358120209487744
- Molina-Rosell, C. (2013). Alimentos sin gluten derivados de cereales. *Omnia Sciencie*, 447-461. Doi: <http://dx.doi.org/10.3926/oms.27>
- Morán, J. (2014). Evaluación de aptitudes agroindustriales de genotipos de manzana establecidos en la sierra de Querétaro. Tesis de Ingeniero Químico en Alimentos. Universidad de Querétaro. Recuperado el 22 de abril de 2022
- Morocho, G., & Pacheco, C. F. (mayo de 2022). Aprovechamiento de los residuos agrícolas del epicarpio de la manzana (*Pyrus malus* linnaeus) para la obtención de harina. *Facsalud*, 5(9), 48-56. <http://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol5iss9.2021pp48-56p>
- NMX-FF-061-SCFI-2003 Productos agrícolas no industrializados para consumo humano fruta fresca manzana (*Malus pumila* mill) - (*Malus domestica* borkh) especificaciones (cancela a la NMX-FF-061-1993-SCFI)
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
- NOM-F-68-S-1980 Alimentos Determinación de Proteínas, (esta Norma cancela la NOM-F-68-1977).
- NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales
- NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.



- Orús, A. (junio de 2021). Statista. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas> O'Shea, N.; Ktenioudaki. (2014). Physicochemical assessment of two fruit by-products as functional ingredients: Apple and orange pomace. *Journal of Food Engineering*, 89-95. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.12.014>
- Pellicer, K; Huber, B; Benítez, F; Bignon, G; Barbero, R; Salum, L; Copes, J (2014). Actualización en legislación de alimentos para celíacos. Cátedra de Tecnología y Sanidad de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias.
- Peraza, J.; Escobedo, J.; González, M. (2020). La aceptabilidad tecnológica en los pequeños productores de manzana de José María Morelos, Tlachichuca, Puebla. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30, 2-29. Doi:10.24836/es.v30i56.921
- Phillips, G.; Williams, P. (2009). *Handbook of hydrocolloids*. Florida: CRC Press.
- PROFECO. (30 de septiembre de 2021). Procuraduría Federal del Consumidor. Recuperado el 12 de abril de 2022, de <https://www.gob.mx/profeco/articulos/>
- Ramírez, A; Pacheco, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 293-298. Recuperado el 18 de abril de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400014&lng=es&tlng=es
- Rasgado Vázquez S. (2015). Extracción de fibra dietética de residuos agroindustriales para su aplicación en alimentos funcionales. Tesis de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Estado de México
- Razavi, S. M. A. (Ed.). (2019). *Emerging natural hydrocolloids: Rheology and functions*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Robles, S. (2001). ¿Qué es la fibra dietética? Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud., 13-14. Recuperado el 23 de abril de 2022, de <http://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/834>



- Rocha, A; Ribotta, P; Ferrero, C. (2015). Panificados libres de gluten enriquecidos con fibra de bagazo de manzana. *Soluciones alimentarias*, 60-64.
- SADER. (26 de septiembre de 2021). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 12 de abril de 2022, de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/>
- SAGARPA. (2016). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Recuperado el marzo de 2022, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256430/B_sico-Manzana.pdf
- Sciarini, L. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscienta*, 61-74. Recuperado el 18 de abril de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2016000200001&lng=en&tlng=en.
- Sciarini, L. S. (2013). (Cómo Elaborar Panes Libre De Gluten: Un Desafío Tecnológico). *Nexo Agropecuario*, 1, 17-20. Recuperado el 15 de abril de 2022, de www.agro.unc.edu.ar/~secyt/webnexo
- Seipel, M; Pirovani, M; Güemes, D; Gariglio, N; Piagentini, A. (2009). Características Físicoquímicas de los Frutos de Tres Variedades de Manzanas Cultivadas en la Región Centro-Este de la Provincia de Santa Fe. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, 28-31.
- Sudha, M.L; Baskaran, V.; Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 686-692. Doi: 10.1016/j.foodchem.2006.12.016
- Trías, J.; Curutchet, A.; Arcia, P.; Cozzano, S. (3 de noviembre de 2020). Revalorización del descarte originado por la producción de jugo de manzana como ingrediente funcional en la formulación de premezclas para horneados. *IN21*, 52-67. Doi:10.12461/21.04
- Trowell H. (1978). The development of the concept of dietary fiber in human nutrition. *Am. J. Clin. nutr.*, 31: 53-11.



- Tscheuschner, H.D. (2001). Fundamentos de la Tecnología de los alimentos (Segunda ed.). (H.-D. Tscheuschner, Ed.) Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Vegas, R., & Zavaleta, A. V. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis "tarwi" variedad criolla. *Agroindustrial Science*, 49-55.
Doi:<http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.01.05>
- Velásquez-Meléndez, P., & Vázquez -Chávez, L. (2017). Características De Hot Cakes Elaborados Con Diferentes Mezclas De Harinas De; Amaranto, Arroz Y Papa. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 48-53.
- Walmart. (2023). Obtenido de Para Hot Cakes en Walmart : https://super.walmart.com.mx/browse/abarrotes/harina-y-reposteria/para-hot-cakes/120005_120076_120242
- Zaikina, M; Kovaleva, A; Pyanikova, E; Ovchinnikova, E; Kobchenko, S; Tkacheva, E. (2021). Investigación sobre los efectos del orujo de manzana y la harina de arroz sobre los indicadores de calidad del pan de trigo. *Boletín de VSUET / Actas de VSUET*, 233-239. Doi:<http://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-233-239>
- Zalazar, I. M. (2011). La industrialización de peras y manzanas de Río Negro y Nequén. *Asociación Argentina de Economía Argentina*, 1-32. Recuperado el 22 de abril de 2022.