



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Desarrollo de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca
adicionadas con cúrcuma como alternativa en la alimentación saludable.

TESIS

Que para obtener el título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentan:

Leticia Navil Arreola Cardoso
Mariela Guadalupe Muñoz Montaña

Asesora:

I.B.Q Leticia Figueroa Villarreal

Coasesora:

L. en A. María Del Consuelo Molina Arciniega

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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**



ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**UNAM
CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO
DE TITULACIÓN**

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

**ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO
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**

Desarrollo de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma como alternativa en la alimentación saludable.

Que presenta la pasante: **Leticia Navil Arreola Cardoso**
Con número de cuenta: **418064315** 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 17 de Mayo de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	Dra. Elsa Gutiérrez Cortez	
SECRETARIO	Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz	
1er. SUPLENTE	I.A. Virginia López García	
2do. SUPLENTE	Lic. Aurora Reyes Viguera	

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



UNAM
CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO
DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERAMA BRAVO
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**

Desarrollo de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma como alternativa en la alimentación saludable.

Que presenta la pasante: **Mariela Guadalupe Muñoz Montaña**
Con número de cuenta: **418063648** 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 06 de junio de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	Dra. Elsa Gutiérrez Cortez	
SECRETARIO	Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz	
1er. SUPLENTE	I.A. Virginia López García	
2do. SUPLENTE	Lic. Aurora Reyes Vigueras	

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

Agradecimientos:

A mis padres porque su dirección, educación y cariño son invaluableles, por todos los momentos que me alentaron a seguir, por todo su tiempo y esfuerzo.

A mi hermano por enseñarme que hay distintas formas de aprender, por ayudarme y estar conmigo siempre.

A mis profesores por brindarme las herramientas para lograr el aprendizaje progresivo, por la paciencia, por enseñarme que todo es perfectible.

A mis amigas por enseñarme que siempre es bueno tener compañía y por los momentos agradables que compartimos.

Quiero agradecer a cada uno por su presencia en las diferentes etapas.

Leticia Navil Arreola Cardoso

Agradecimientos:

A mis profesores, por formarme como profesional en el área, por los conocimientos compartidos, por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento; su apoyo, confianza y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable en mi formación profesional.

Gracias.

A mis amigos, por hacer el camino mucho más ameno, agradezco las experiencias personales y académicas vividas, las horas de estudio, las noches en vela compartidas, las risas, su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, les agradezco sus palabras de aliento, su cariño y su sincera amistad.

Gracias.

A mi familia, agradezco infinitamente su amor y apoyo incondicional, su fe en mí, su compañía durante este camino, y el ser mi inspiración más grande para luchar y persistir para poder cumplir todos mis objetivos personales y profesionales.

Gracias.

Gracias en especial a ti, mamá, por ser mi ejemplo a seguir, porque gracias a ti soy la mujer que hoy en día soy, por los valores inculcados, y por nunca dejarme sola, tu amor y sacrificio han sido la luz que guío mi camino a través de este viaje.

Gracias.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de ella, hoy y siempre, a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por ser mi segundo hogar por más de cuatro años, por formarme profesionalmente como Ingeniera en Alimentos.

Gracias.

Mariela Guadalupe Muñoz Montaña

Índice general

RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Generalidades del maíz.....	3
1.1.2 Origen y clasificación.....	3
1.1.3 Producción de maíz en México.....	4
1.1.4 Clasificación, estructura y composición química del grano.....	5
1.2 Generalidades del nopal.....	6
1.2.1 Producción del nopal en México.....	6
1.2.2 Estructura y composición química de cladodio.....	7
1.2.3 Beneficios del nopal en la alimentación.....	8
1.3 Generalidades de la espinaca.....	9
1.3.1 Producción de la espinaca en México.....	9
1.3.2 Morfología y composición química.....	10
1.3.3 Beneficios de la espinaca en la alimentación.....	11
1.4 Generalidades de la cúrcuma.....	11
1.4.1 ¿Qué es la cúrcuma?.....	11
1.4.2 Estructura y composición química de la cúrcuma.....	12
1.4.3 Origen y distribución de la cúrcuma.....	12
1.4.4 Propiedades funcionales de la cúrcuma.....	13



1.5 Generalidades de la tortilla.....	13
1.5.1 Definición y Origen.....	13
1.5.2 Composición química.....	14
1.5.3 Importancia de la nixtamalización en la producción de tortillas...	15
1.5.4 Proceso de elaboración de tortilla por el método tradicional.....	15
1.5.4.1 Limpieza de Maíz.....	15
1.5.4.2 Nixtamalización.....	16
1.5.4.3 Molienda.....	16
1.5.4.4 Elaboración de tortillas.....	17
1.5.5 Normatividad aplicable.....	17
1.5.5.1 Indicadores de calidad.....	17
1.6 Mercadotecnia.....	19
1.6.1 Definición.....	19
1.6.2 Mercado.....	19
1.6.3 Tipos de mercado.....	20
1.6.4 Variables de la mercadotecnia.....	21
1.6.5 Estudio de mercado y viabilidad.....	23
1.7 Desarrollo de nuevos productos.....	23
1.7.1 ¿Cómo surge?	23
1.7.2 Metodología para el desarrollo de productos.....	24
1.8 Evaluación Sensorial.....	25

1.8.1 Definición.....	25
1.8.2 Principales pruebas aplicadas en la evaluación sensorial.....	25
1.9 Envase y etiquetado.....	27
1.9.1 Definición de envase.....	27
1.9.2 El envase y la conservación de alimentos.....	27
1.9.3 Etiquetado.....	29
1.9.4 Normatividad aplicada al etiquetado de alimentos.....	29
1.10 Vida útil.....	30
1.10.1 Estudio de vida útil.....	30
1.11 Modelo Canvas.....	30
1.11.1 Módulos del modelo Canvas.....	31
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	33
2.1 Objetivos.....	33
2.1.1 Objetivo general.....	33
2.1.2 Objetivos particulares.....	33
2.2 Cuadro metodológico experimental.....	35
2.3 Descripción de la metodología experimental.....	36
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	56
CONCLUSIONES.....	79
REFERENCIAS.....	81



Índice de figuras

Figura 1. Grano de maíz y sus partes.....	5
Figura 2. Variables mercadológicas	22
Figura 3. Cuadro metodológico.....	35
Figura 4. Encuesta de mercado de producto.....	43
Figura 5. Encuesta de mercado de envase y empaque.....	44
Figura 6. Diagrama de proceso de tortilla de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma.....	45
Figura 7. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA).....	48
Figura 8. Sellos de advertencia.....	52
Figura 9. Prueba de preferencia del producto final.....	53
Figura 10. Prueba descriptiva de análisis a través del tiempo.....	54
Figura 11. Sexo de personas encuestadas.....	58
Figura 12. Consumo de tortilla.....	58
Figura 13. Tortilla que se consume con mayor frecuencia.....	58
Figura 14. Frecuencia de consumo de tortilla de maíz.....	59
Figura 15. Tortillas que se consumen en un día.....	59
Figura 16. Beneficios de las materias primas.....	60
Figura 17. Consumo de tortilla con nopal, espinaca o cúrcuma	60
Figura 18. Características sensoriales importantes en tortillas de maíz.....	60



Figura 19. Importancia del tamaño de la tortilla.....	61
Figura 20. Importancia del aporte nutrimental de la tortilla.....	61
Figura 21. Decisión de compra del producto a desarrollar.....	62
Figura 22. Sexo de personas encuestadas.....	62
Figura 23. Factor más importante en la decisión de compra.....	63
Figura 24. Característica que más llama la atención de un empaque.....	63
Figura 25. Decisión de slogan.....	64
Figura 26. Decisión de marca.....	64
Figura 27. Decisión de envase.....	64
Figura 28. Decisión de colores.....	65
Figura 29. Tipo de promoción atractiva para el lanzamiento de un producto.....	65
Figura 30. Presentación de producto.....	66
Figura 31. Precio de producto alimenticio.....	66
Figura 32. Distribución del producto.....	66
Figura 33. Declaración nutrimental.....	72
Figura 34. Logotipo.....	73
Figura 35. Etiqueta propuesta.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química del grano de maíz.....	6
Tabla 2. Composición química de cladodios de distintas edades.....	8
Tabla 3. Composición química de espinaca madura.....	11
Tabla 4. Composición química de cúrcuma.....	12
Tabla 5. Composición química de Tortilla de Maíz.	14
Tabla 6. Especificación microbiológica en Harina de maíz nixtamalizada.....	19
Tabla 7. División geográfica de los tipos de mercado.....	20
Tabla 8. Bloques o módulos del modelo Canvas.....	31
Tabla 9. Especificaciones de calidad en nopal.....	36
Tabla 10. Especificaciones de calidad de espinaca México 1.....	37
Tabla 11. Especificaciones para masa de maíz.....	37
Tabla 12. Tabla de variables.....	46
Tabla 13. Técnicas de análisis químico proximal para el prototipo seleccionado.....	49
Tabla 14. Presentación de la declaración nutrimental.....	51
Tabla 15. Perfiles nutrimentales para la declaración nutrimental complementaria....	52
Tabla 16. Composición química de masa amarilla de maíz blanco nixtamalizado....	56
Tabla 17. Composición química de nopal crudo.....	56
Tabla 18. Composición química de espinaca madura.....	56
Tabla 19. Composición química de cúrcuma.....	57
Tabla 20. Resumen de diseño obtenido de Minitab.....	67



Tabla 21. Prototipos obtenidos de Minitab.....	67
Tabla 22. Formulación de prototipos.....	67
Tabla 23. Costos variables para 500 gramos de tortilla de prototipos.....	68
Tabla 24. Costos fijos y variables de servicios.....	68
Tabla 25. Costo total para 500 gramos de tortilla de prototipos.....	69
Tabla 26. Composición química de prototipos en 100 gramos de mezcla.....	69
Tabla 27. Composición química de prototipos de tortilla.....	70
Tabla 28. Tabla comparativa de composición química de prototipos y marcas comerciales.....	70
Tabla 29. Tabla comparativa de costos de prototipos y marcas comerciales.....	71
Tabla 30. Cálculos de contenido energético para el prototipo seleccionado.....	72
Tabla 31. Lienzo “Modelo Canvas”.	78



Resumen

La tortilla es uno de los principales alimentos que conforman la dieta de la población mexicana, debido a su alto valor nutricional se puede utilizar como vehículo para disminuir la deficiencia de nutrientes esenciales, el cambio actual en las necesidades de los consumidores ha impulsado el interés en el desarrollo de productos como alternativas saludables, promoviendo el uso de cereales, harinas integrales, alimentos con un elevado aporte de fibra dietética, proteína, propiedades antioxidantes, etc. El presente estudio tiene como objetivo el desarrollo de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma para obtener un producto funcional que satisfaga las demandas de consumidores con hábitos de alimentación saludable. El nopal, la espinaca y la cúrcuma son alimentos funcionales, el nopal es una fuente importante de fibra, hidrocoloides, pigmentos, Ca y K, y vitamina C; el valor nutritivo de las espinacas radica en su alto contenido en vitaminas y minerales, es una fuente importante de fibra, Fe, Mg, folatos, vitamina C y β -carotenos; y la cúrcuma se conoce su actividad antibacteriana, antifúngica y antiparasitaria. El desarrollo de un nuevo producto incluye desde la etapa de proyecto hasta la etapa de producción y venta. La metodología inició con un estudio de mercado del producto y del envase que permitió conocer que más del 99% de los encuestados consideran a las tortillas de maíz nixtamalizado como un alimento básico en la dieta diaria de la población, consumiendo al día en promedio de 3 a 5 piezas, el aporte nutrimental resulta ser el factor determinante al momento de elegir un producto de este tipo, seguido del precio y tipo de empaque, una vez determinada la viabilidad del producto, por medio de un diseño factorial completo 3^2 variando las proporciones de masa de maíz nixtamalizado (70,76 y 80) y nopal (20,24 y 30) se formularon 9 prototipos, mismos que fueron comparados mediante un análisis de costos de producción y composición química, el prototipo seleccionado fue el prototipo 3 con proporciones de 70% masa de maíz nixtamalizado y 30% nopal cuyo costo de producción corresponde a \$19.16 mxn y tiene un menor aporte energético en comparación con los demás prototipos. Concluyendo que el desarrollo de este producto es viable para la población mexicana actual al ser consumidores potenciales de tortillas de maíz, además, es un producto que debido a su aporte nutrimental figura como una alternativa saludable.

Palabras clave: Alimentos funcionales, desarrollo de productos, aporte nutrimental.



Introducción

El maíz (*Zea mays L.*) es el tercer cultivo sembrado a nivel mundial, tiene importancia económica, como alimento humano, animal y como materia prima de un gran número de productos industriales (Aparicio et al., 2012).

Su cultivo tiene origen desde hace unos 10,000 años en Mesoamérica, transformó gradualmente al recolector nómada en un agricultor sedentario, y así fue como nació la agricultura primitiva. En un par de siglos, el maíz se convirtió en el cultivo clave para la subsistencia y en el centro de sus vidas. Se dio un paso gigantesco cuando los granos se cocinaron primero con una pizca de ceniza de madera y luego con cal (CaO), pues este tratamiento alcalino mejoró el valor nutricional del grano y su palatabilidad y permitió la producción de una masa cohesiva, que se utilizó para producir varios alimentos básicos, entre ellos, las tortillas (Rooney et al., 2017).

El maíz en forma de tortilla es uno de los principales componentes de la dieta del pueblo mexicano (Mauricio et al. 2004), con un consumo anual de 12 millones de toneladas provee energía por su contenido alto de carbohidratos; además, aporta calcio, potasio, fósforo, fibra, proteínas y algunas vitaminas como tiamina, riboflavina y niacina (Espejel et al., 2016). Debido a su alto consumo, se pueden utilizar como vehículo para disminuir la deficiencia de nutrientes importantes (Rooney et al., 2017).

Existe una tendencia actual que ha aumentado la demanda hacia el desarrollo de alimentos funcionales, promoviendo el uso de cereales y pseudocereales en grano y harinas integrales, así como la adición de frutos secos y/o de productos con un elevado aporte de fibra dietética como el nopal; la fibra ha mostrado ser un componente de la dieta esencial para un estado óptimo de salud.

El nopal es una planta que pertenece a la familia de las cactáceas del género opuntia y nopalea. La composición química del nopal en base húmeda es de 91% agua, 0.66% proteínas, 0.11% grasas, 5.5% de carbohidratos, 1.15% celulosa y 1.58% cenizas (Aguilar et al., 2008). Se considera como un alimento que tiene alto valor nutricional, principalmente por su contenido en minerales, proteínas, fibra dietética y fitoquímicos (Feungang et al., 2006; Bensadón et al., 2010).



Por otra parte, la espinaca (*Spinacia oleracea*) ha sido identificada como un alimento antioxidante de gran valor, además de ser un producto natural de consumo cotidiano. El alto contenido total de flavonoides en la espinaca (1.000mg/kg), en comparación con otras verduras, ofrece numerosas propiedades (Barón et al., 2017).

Finalmente, la cúrcuma es conocida principalmente por su excelente capacidad para conservar los alimentos y está aprobada como aditivo alimentario en la mayoría de los países occidentales. (Bengmark et al., 2009). Los responsables de la bioactividad de la cúrcuma son los curcuminoides, especialmente la curcumina, compuesto fenólico del metabolismo secundario (Witkin y Li, 2013).

Es necesario considerar que el consumo alimenticio en México se encuentra inmerso dentro de múltiples factores, por ello, el disponer de un acceso apropiado a ciertos alimentos no necesariamente es el reflejo de una buena nutrición, cada día se generan cambios en los hábitos alimenticios: alimentos que originalmente se consumían en las localidades con altos contenidos nutricionales, sobre todo en vegetales, han sido desbancados por productos que se consiguen en tiendas locales o supermercados (Palacio y Soria, 2014). Por lo que en el presente trabajo se plantea desarrollar tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma como alternativa en la alimentación saludable que compita con los productos comerciales ofreciendo un valor agregado en beneficio de la sociedad.



Capítulo 1: Marco teórico.

1.1 Generalidades del maíz

1.1.1 Origen y Clasificación

El desarrollo de las culturas mesoamericanas comenzó cuando el maíz se convirtió en una planta cultivada. Su cultivo fue el paso principal hacia la civilización, la agricultura y la vida en un solo lugar.

El desarrollo simultáneo del maíz y la agricultura dio una forma de vida más estable y una fuente de alimento más confiable.

El maíz se originó en las tierras altas de México hace entre 7000 y 10,000 años. Los datos arqueológicos han demostrado que el maíz se cultivó en el año 2000–2500 a. C. La evidencia paleoetnobotánica más antigua de su domesticación se encuentra en un sitio arqueológico llamado “Nac Neish”, ubicado en la parte sur del estado de Tamaulipas, México (Chuck et al., 2019).

Como todos los cereales, el maíz (*Zea mays L*) pertenece a la familia *Gramineae* (*Poaceae*), comúnmente conocida como gramíneas. La planta se clasifica como una angiosperma (subdivisión de los *spermatophyta*) que forma semillas de monocotiledóneas que nacen en un ovario y de la tribu *Andropogoneae* en la subfamilia *Panicoideae* de la familia *Poaceae*.

La planta de maíz es una estructura frondosa alta con un sistema de raíces fibrosas, que sostiene un solo brote con muchas hojas y una rama lateral terminada por una inflorescencia femenina, que se convierte en una mazorca cubierta por hojas de cáscara. Los granos de maíz se producen en la inflorescencia femenina llamada mazorca (Chuck et al., 2019).

El maíz era tan importante para las culturas mesoamericanas que le dieron diferentes nombres. Los mayas lo llamaron ixim, mientras que los aztecas lo denominaron maíz en la mazorca centli y granos tlaolli. Tlaolli tenía muchas variedades diferentes, que se distinguían por el color, el tamaño y la textura de los granos que llenaban las mazorcas. Los granos blancos se llamaron iztactlolli; negro (azul o morado), yahuitl;



amarillo, xiuhtoctlulli; manchado, xuchicentlaulli; cuappachcentlulli de colores mezclados; y maduración temprana, tepitl (Chavero, 1962).

Hoy el maíz es el cereal más importante y el cultivo más productivo del mundo. El éxito se debe a su adaptación a diferentes ecosistemas y al desarrollo de híbridos regulares y genéticamente modificados de alta producción capaces de producir hasta 16 ton/ha en condiciones comerciales (Rooney et al., 2017).

1.1.2 Producción de maíz en México

La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 ofrece información sobre el destino de los productos agrícolas; el 47% de las unidades de producción agrícola que producen granos (maíz, trigo, frijol, arroz y sorgo) vende toda o parte de su producción, lo que representa 87.4% del volumen total de la misma (De Agricultura Y Desarrollo Rural, s. f.).

El 53.1% de las unidades de producción de granos comercializan con intermediarios, 25.1% directamente con el consumidor y el resto con otros destinatarios. En cuanto a autoconsumo de granos, 27.5% de las unidades dedican su producción para consumo de ganado, 75.4% para consumo familiar y 58% a la obtención de semilla para siembra.

La producción del maíz grano se da en mayor proporción en las unidades con superficie sembrada mayor a cinco hectáreas que en las más pequeñas, siendo mayor el porcentaje en el caso del maíz amarillo (84.4%) que en el maíz blanco (75.0%).

Por lo que corresponde a la información por estratos de superficie sembrada, las unidades de producción de hasta cinco hectáreas participan con 44.8% de la superficie cultivada con maíz blanco y con 32.4% de la superficie sembrada de maíz amarillo.

En el año 2021 la producción de maíz fue de más de 27 millones de toneladas. (SADER 2023).



1.1.3 Clasificación, estructura y composición química del grano

El grano de maíz se clasifica como cariósida (es decir, una fruta seca, indehisciente, de una sola semilla donde el pericarpio está firmemente adherido al endospermo). Está compuesto por tres órganos principales: germen, endospermo y pericarpio como puede observarse en la Figura 1.

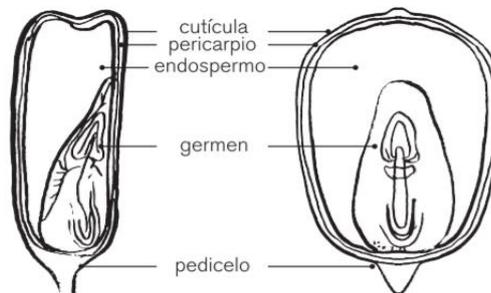


Figura 1. Grano de maíz y sus partes (Paredes-López et al., 2008).

El pericarpio es de origen materno y constituye el 5% del peso del grano. Anatómicamente está conformado por epicarpio, mesocarpio, células cruzadas y células tubulares; químicamente está constituido por fibras de celulosa (23%) y hemicelulosa (67%), inmersas en una matriz de sacarosa y con una pequeña fracción de lignina, la cual le confiere resistencia, firmeza y rigidez (Agua et al., 2007).

La función principal del pericarpio es proteger o defender el grano de tensiones abióticas y bióticas. El pericarpio interno o mesocarpio consta de células de tubo y cruz que desempeñan un papel crucial en la distribución del agua dentro del grano. Además, el germen consta de dos partes principales: el embrión, también conocido como eje embrionario y escutelo. El escutelo o cotiledón es el primer tejido de reserva rico en proteínas, lípidos y micronutrientes que proporciona al embrión activo los nutrientes clave necesarios para la germinación. El germen, que constituye aproximadamente el 12 % del peso del grano, contiene aproximadamente el 85 % de la grasa total del grano y la mayoría de las albúminas y globulinas. Además, la mayor parte del grano de maíz está constituido por el endospermo que se divide en la capa de aleurona y endospermo almidonado. El endospermo almidonado se subdivide en córneo o vítreo y harinoso. Las células del endospermo con almidón están



constituidas por una pared celular delgada, gránulos de almidón incrustados en una matriz proteica y cuerpos proteicos de forma esférica (Chuck et al., 2019).

La composición química de los granos de maíz tomando en cuenta cada una de las partes que lo componen se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química del grano de maíz

Componente	% en 100g
Agua	12.5
Proteína	9.2
Lípidos	3.8
Fibra Cruda	2.2
Minerales	1.3
Carbohidratos	8.4
Almidón	62.6

Fuente: Astiasarán y Martínez, 1999.

1.2 Generalidades del nopal

1.2.1 Producción del nopal en México

Los opuntias de México presentan la diversidad genética más amplia y el más alto consumo del mundo. Las principales especies cultivadas son. *O. ficus-indica*, *O. xocoxotle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha* (FAO,2018).

En la República Mexicana el nopal verdura se localiza en la mesa central, principalmente en los estados de: México, Hidalgo, Morelos y Puebla, entre otros, ocupando áreas reducidas de riego (FAO,2018).

Los volúmenes de nopal participan con 5.4% en la producción nacional de hortalizas. De hecho, el consumo anual per cápita se estima en 6.3 kilogramos. De acuerdo a la actualización de la producción anual agrícola para el año 2022 los datos indican que la superficie sembrada de nopal verdura fue de 12,491 hectáreas, cosechándose al mismo tiempo 12,365 hectáreas. Su producción en el año agrícola 2022 fue de un total de 872.3 miles de toneladas, 0.3% más que el año anterior. Esto como resultado de un mayor rendimiento con respecto al año previo, al conseguir 70.5 toneladas por hectárea (SIAP, 2023).



Cabe hacer mención que a pesar de que la Ciudad de México es la extensión más pequeña de la República Mexicana y actualmente la ciudad con mayor población es también el productor número dos en cuanto a producción de nopal verdura se refiere, sólo detrás del estado de Morelos, para el año 2018 en la Ciudad de México se registran 2,681 ha sembradas, una producción de 203,888 ton y un valor de la producción de \$ 581,135,600.00 (SADER, 2019).

Pese a la pandemia generada por el virus COVID-19 las exportaciones de nopal, así como de productos derivados de esta planta se han mantenido e incluso abierto nuevos mercados, de acuerdo con el director de Desarrollo Económico de enero a septiembre del 2020 las exportaciones de este producto crecieron un 4% con respecto al 2019, los principales países de importación de este producto son Japón, Corea del Sur y Alemania quienes después de conocer sus grandes propiedades que esta cactácea tiene para la salud, tanto que se han interesado en adquirir en mayor proporción el nopal y productos derivados de este (Estrategia aduanera, 2021).

1.2.2 Estructura y composición química de cladodio

Los cladodios, tallos del nopal, también conocidos como palas o pencas, son articulados aplanados y con tejidos carnosos; en el centro de la penca se encuentra una red bilateral del tejido celulósico que con el transcurso del tiempo se endurece, dándole a ésta una constitución rígida; la forma y el grosor de las pencas es variable, así como su color, el mismo que varía del verde claro hasta el gris o ceniza, según la edad de la planta (Chávez y Guzmán, 2007).

O. ficus-indica, puede ser distinguida de otras especies por varios caracteres. El receptáculo de la flor y posteriormente el fruto tiene numerosas areolas (≥ 38), y unos cuantos cultivares poseen menos (Pinkava et al., 1992); las areolas están situadas mayormente en tubérculos muy notorios. Otras especies de *Opuntia* presentan pocas areolas en las flores y frutos, y se ubican en tubérculos menos prominentes (FAO, 2018).

Su composición química muestra un alto contenido de agua, que está en el orden de 90 - 95%, dependiendo del estado de crecimiento del cladodio y del estado de hidratación de la planta. Su contenido de proteínas (7-18% peso seco) y de lípidos



(1.3- 3% peso seco) es común en vegetales frescos. El contenido de nutrientes y la proporción de estos, se modifica también con la edad del cladodio como se observa en la Tabla 2, observándose una disminución de lípidos y en la fibra soluble, así como un aumento en el contenido de fibra soluble. (Ballinas et al.,)

Tabla 2. Composición química de cladodios de distintas edades
(porcentaje materia seca)

Años	Descripción	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	Extracto no nitrogenado
0.5	Renuevos o nopalitos	9.4	1.00	21	8.0	60.6
1	Penca	5.4	1.29	18.2	12.0	63.1
2	Penca	4.2	1.40	13.2	14.5	66.7
3	Penca	3.7	1.33	14.2	17.0	63.7
4	Tallos suberificados	2.5	1.67	14.4	17.5	63.9

Fuente: Berger et al., 2006

Entre los minerales que contiene, los principales son el calcio y el potasio además de magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, y magnesio entre otros. La proporción de minerales también cambia con la edad del cladodio (Ballinas et al., 2015).

1.2.3 Beneficios del nopal en la alimentación

El nopal (*Opuntia spp.*) es un alimento tradicional en la dieta del mexicano, frecuentemente consumido como vegetal en ensaladas. La ingesta diaria por mexicano de este cactus es de 10 a 17 g/persona/día.

De los usos más importantes que en los últimos años se ha atribuido al nopal, es como suplemento alimentario, para el control de la diabetes o como auxiliar en el control de peso.

Se considera a *Opuntia ficus indica* como un alimento que tiene alto valor nutricional, principalmente por su contenido en minerales, proteínas, fibra dietética y fitoquímicos. Su contenido de fibra cruda está en 12-18% de peso seco, propiedad que le ha permitido posicionarse como una buena fuente de fibra dietética (Ballinas et al., 2015).

La composición nutrimental y mineral del nopal cambia en función de la maduración de la siguiente manera: El contenido de cenizas aumenta de 18.41 para los nopalitos



(60 g de peso) a 23.24 % (hojas de nopal 200 g); El contenido de calcio aumenta del 1,52 al 3,72%, mientras que el fósforo muestra una tendencia opuesta: del 0,43 al 0,27%, respectivamente (Cornejo et al., 2007).

La ingesta de calcio, especialmente calcio de fuente vegetal, como el nopal, es un excelente nutraceutico para mejorar la densidad mineral ósea. (De Los Angeles Aguilera-Barreiro et al., 2013)

El consumo de los cladodios tiernos, conocidos en México como nopalitos, es una costumbre al mismo tiempo que su cultivo, que se originó y evolucionó en la región central de México. El consumo está profundamente enraizado en la cultura gastronómica del país, favorecido por la facilidad de su cultivo y su alta productividad. La tendencia es hacia el incremento, impulsada por los descubrimientos recientes de sus propiedades funcionales. El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es la cactácea que posee la mayor importancia agronómica a nivel mundial, debido no solamente a sus deliciosos frutos, sino también a sus cladodios, los cuales son usados maduros como forraje o para consumo humano cuando son tiernos (FAO,2018).

1.3 Generalidades de la espinaca

1.3.1 Producción de la espinaca en México

México se posicionó en el lugar 9 como productor de hortalizas en el mundo, al alcanzar una producción de 14.1 millones de toneladas de una amplia variedad de especies de este alimento que se desarrolla a lo largo y ancho del territorio nacional.

De acuerdo con el Atlas agroalimentario 2016 del SIAP, los tipos de hortalizas clasificadas: de hoja (acelga, apio, espinaca, lechuga, perejil y repollo) por mencionar algunos son los que presentan mayor interés entre los consumidores (SIAP, 2021).

Datos más recientes del SIAP en listan a 15 estados productores a nivel nacional para 2019 destacando principalmente: Puebla, estado de México, Guanajuato y CDMX, por orden de aparición encabezan los estados productores a nivel nacional.

Datos estadísticos reportan que México tuvo una producción de 48,544 toneladas de espinaca en 2021. El área cosechada fue de 2,836 hectáreas con un rendimiento de 171,141 hectogramos por hectárea (FAO, 2021).



1.3.2 Morfología y composición química

La espinaca es un vegetal que pertenece a la familia de las amarantáceas comestibles, de hojas grandes y de color verde muy oscuro. Es realmente, un excelente recurso natural de vitaminas, fibras y minerales también aporta pocas calorías, no contiene grasas y es fuente de antioxidantes que protegen al cuerpo del daño celular.

Existen varios tipos de espinaca y la variedad que consumamos depende de la estación del año, las más conocidas son: espinaca de hoja rizada o savoy, de hoja lisa y baby (SADER, 2016).

En una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores.

Existen plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas.

- ✻ **Sistema radicular:** raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.
- ✻ **Tallo:** erecto de 30 cm a 1 m de longitud en el que se sitúan las flores.
- ✻ **Hojas:** caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.
- ✻ **Flores:** las flores masculinas, agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formadas por un periantio con 4-5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por un periantio tetrudentado, con ovarios



uniovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos (Arias L. et al., 2010).

De acuerdo con la edad de la espinaca su composición química se modifica, en cuanto a la espinaca madura su contenido de proteínas y carbohidratos es mayor como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química de espinaca madura

Componente	% en 100g
Agua	92.4
Proteína	2.91
Lípidos	0.63
Cenizas	1.42
Carbohidratos	2.64

Fuente: USDA, 2019.

1.3.3 Beneficios de la espinaca en la alimentación

La espinaca (*Spinacea oleracea L* y sus variedades) es un alimento bajo en calorías, con bajo contenido de grasas, relativamente bajo en proteínas y buen aportador de fibra y micronutrientes como vitamina C, vitamina A y minerales, especialmente hierro (Pighín y Rossi, 2010).

1.4 Generalidades de la cúrcuma

1.4.1 ¿Qué es la cúrcuma?

Curcuma longa L., pertenece a la familia Zingiberaceae, que pertenece al orden Zingiberales de las monocotiledóneas y es un género importante en la familia. La familia está compuesta por 47 géneros y 1400 especies de perennes hierbas tropicales, se encuentran generalmente en la flora del suelo de tierras bajas y bosques. Es una familia muy popular que incluye otras especias importantes, como el cardamomo (*Elettaria cardamomum Maton.*), El cardamomo grande (*Amomum subulatum*) y el jengibre (*Zingiber officinale*) (Nair, 2013).

Existen varios productos obtenidos de la cúrcuma, que tienen un enorme potencial como productos comerciales. La cúrcuma, al igual que otras especias como la pimienta negra y el cardamomo, está disponible en el mercado entera, molida o como



oleorresina. El sector institucional en los países occidentales compra oleorresinas de cúrcuma, mientras que en el sector industrial la demanda es más de cúrcuma entera; los productos de valor agregado de la cúrcuma incluyen polvo de cúrcuma deshidratada, aceites de cúrcuma, oleorresinas y curcuminoides (Nair, 2013).

1.4.2 Estructura y composición química de la cúrcuma

Se trata de una planta herbácea perenne con raíces y tubérculos marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior. Mide alrededor de 2 metros de alto, presenta hojas largas, lanceoladas y pecioladas de un color verde uniforme. Raramente florece, pero cuando lo hace, sus flores son de color amarillo opaco con tendencia al blanco. No existe formación de semillas y, por tanto, la planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma (Saiz, 2014).

Con base en los datos que nos proporciona la FoodData Central del departamento de agricultura de EE. UU. (USDA), la *Curcuma longa* L. es una especia compuesta principalmente por carbohidratos como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición química de cúrcuma

Componente	% en 100g
Agua	12.8
Proteína	9.68
Lípidos	3.25
Cenizas	7.08
Carbohidratos	67.19

Fuente: USDA, 2019.

1.4.3 Origen y distribución de la cúrcuma

Se desconoce el origen geográfico exacto de la cúrcuma, pero es una apuesta segura que podría ser el sudeste asiático (Velayudhan et al., 1999).

Watt (1972) informó que no hay evidencia concluyente que demuestre que *C. longa* es un nativo de la India, aunque en la India se encuentran varias especies de Cúrcuma. La mayor diversidad de especies de cúrcuma se encuentra en India, Myanmar y Tailandia (Nair, 2013).



1.4.4 Propiedades funcionales de la cúrcuma

La cúrcuma es conocida en la industria alimentaria como E-100, su resina se utiliza como agente saborizante y colorante alimenticio de color anaranjado siendo el responsable de éste la curcumina, compuesto fenólico que sirve para aromatizar y dar color a mantequillas, quesos, diversas conservas, mostaza, palomitas de maíz de colores, cereales, sopas, caldos, productos cárnicos y lácteos (Benavides et al., 2010).

La misma presenta curcuminoides (derivados fenólicos), péptidos solubles en agua, proteínas y residuos de metionina con propiedades antioxidantes, lo que se conjuga con sus propiedades hepatoprotectora y citoprotectora, mediadas por su fuerte capacidad antioxidante. Presenta propiedad antiinflamatoria asociada a la presencia de curcumina. La cúrcuma es valorada por la medicina como una planta energética, amarga, astringente, picante, calorífica, que resulta un excelente antibiótico natural, capaz de actuar en todos los elementos-tejidos del cuerpo con efectos notables en los sistemas digestivo, circulatorio y respiratorio (Freire y Vistel, 2015).

1.5 Generalidades de la tortilla

1.5.1 Definición y Origen

Para las culturas mesoamericanas, el maíz era el alimento básico universal, la base de la economía y la clave del desarrollo. La combinación del maíz con muchas otras plantas autóctonas generó alimentos y platos inmensamente variados que todavía se utilizan en la cocina moderna. El maíz se procesaba tradicionalmente cocinando y macerando los granos con cal o cenizas de madera, descartando el licor de cocción o nejayotl (de tenextli = lima y ayotl = caldo), y frotando el suave nixtamalli resultante (del vocablo náhuatl nixtli = cenizas y tamalli = masa) entre las manos para quitar el salvado. El producto lavado, nixtamal, se molió a mano con una piedra cilíndrica y una losa plana de piedra o metatl. La masa resultante, llamada tamalli y yokem por los aztecas y los mayas, respectivamente, fue la columna vertebral para la producción de muchos alimentos básicos (Rooney et al., 2017).



Los pedazos de masa, llamados textli, se formaron en discos delgados y redondos que se hornearon sobre una superficie circular de arcilla caliente llamada comalli para producir tortillas.

Las tortillas fueron nombradas tlaxcalli por los aztecas y cauhimich por los mayas. Las mujeres realizaban casi exclusivamente la elaboración de tortillas y la producción de la mayoría de los alimentos (Rooney et al., 2017).

La Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002 define a la tortilla como el producto elaborado con masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometida a cocción.

1.5.2 Composición química

Se producen varios cambios importantes en el maíz cuando se procesa en tortillas. Con contenidos de humedad equivalentes, las tortillas contienen menos fibra dietética y grasa que el grano original. Esto se debe a la pérdida de pericarpio y tejidos germinales que se produce durante la nixtamalización. Sin embargo, ambos productos contienen cantidades similares de carbohidratos (almidón), proteínas y minerales. Los minerales sufren cambios importantes debido a su pérdida del pericarpio y germen y la absorción de cal durante la cocción y remojo del nixtamal (Rooney et al., 2017).

La composición química de las tortillas de nopal varía de acuerdo con los ingredientes que utiliza cada marca como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición química de Tortilla de Maíz.

Componente	% en 100g		
	Tortillas de nopal Nopalía	Tortillas de nopal Aldama	Tortillas con nopal Señor Cactus original
Agua	37.3698	34.183	44.67
Cenizas	0.0302	0.017	0.23
Fibra	7.1	13.4	7
Lípidos	3.4	0	0.6
Proteínas	5.6	4.3	4.2
Carbohidratos	46.5	48.1	43.3

Fuente: Walmart, 2021 y Adama ,2021.



1.5.3 Importancia de la nixtamalización en la producción de tortillas

Katz et al (1974) postularon que la cocción con cal era uno de los principales factores que impulsan el desarrollo y el bienestar de los grupos indígenas de Mesoamérica. Cuando el maíz se nixtamaliza, ocurren dos fenómenos importantes. Primero, el grano asimila el calcio altamente biodisponible contenido en la cal. En segundo lugar, este proceso permite la conservación de las vitaminas B y mejora la disponibilidad de niacina y, por lo tanto, reduce la incidencia de pelagra (Serna-Saldivar et al., 1990).

1.5.4 Proceso de elaboración de tortilla por el método tradicional

Actualmente, la mayoría de las tortillas de mesa se obtienen mediante tres procesos distintivos: de la práctica tradicional y laboriosa que practicaban los indígenas mesoamericanos, de la masa fresca industrial y de la harina de masa seca. En México, el 40.5, 36.7 y 22.8% de las tortillas son producidas por estos procesos de manufactura, respectivamente.

Los procesos modernos de cocción con cal utilizan los mismos principios que el antiguo procedimiento tradicional ideado por primera vez por las civilizaciones mesoamericanas, pero el equipo y los procedimientos se han mecanizado para mejorar la eficiencia de la producción. Las tres operaciones principales para la producción de tortillas son la cocción con cal, la trituración con piedra y el horneado de tortillas (Rooney et al., 2017).

1.5.4.1 Limpieza de Maíz

La operación de limpieza típica consiste en pasar primero los granos de maíz a través de aspiradores de aire, seguido de un tamiz y separadores por gravedad.

El aspirador de aire sopla aire a una velocidad controlada en contracorriente del flujo de grano para eliminar el polvo, las partículas finas, los trozos de tallos y otros contaminantes de baja densidad. El aparato de cribado o separadores de tamaño es el equipo más común utilizado para limpiar los granos de maíz. Los separadores constan de al menos dos tamices inclinados colocados uno encima del otro. Los tamices se agitan mecánicamente para mejorar el movimiento, la distribución y la separación de los granos.



Los separadores por gravedad se utilizan eficazmente para eliminar piedras, vidrio y metales no magnéticos que son del mismo tamaño que los granos, pero tienen diferente densidad.

La mesa de gravedad funciona bajo vibración de alta intensidad que mejora la separación de partículas según la densidad.

La limpieza reduce eficazmente los fragmentos de insectos y las micotoxinas porque elimina los granos infestados antes de molerlos (Rooney et al., 2017).

1.5.4.2 Nixtamalización

Del náhuatl nixtli, cenizas, y tamalli, masa, el proceso de la nixtamalización se ha transmitido de generación en generación en Mesoamérica, y todavía se utiliza como en tiempos prehispánicos. Se inicia con la adición de dos partes de una solución de cal aproximadamente al 1% a una porción de maíz. Esta preparación se cuece de 50 a 90 minutos, y se deja remojando en el agua de cocción de 14 a 18 horas. Posterior al remojo, el agua de cocción, conocida como nejayote, se retira y el maíz se lava dos o tres veces con agua, sin retirar el pericarpio ni el germen de maíz. Se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que llega a tener hasta 45% de humedad (Paredes-López et al., 2008).

1.5.4.3 Molienda

El nixtamal limpio y húmedo se transforma en masa triturando con un sistema de dos piedras talladas a juego, una estacionaria y la otra que gira a 500–700 rpm. Los procesadores de tortillas utilizan piedras volcánicas y sintéticas (óxido de aluminio).

La operación de trituración consiste en forzar el nixtamal a través de una abertura central de una de las piedras, que lo conduce al hueco entre las piedras. El material se muele y se amasa mientras se mueve hacia afuera. Al amasar aún más, la masa se vuelve más plástica y cohesiva (Rooney et al., 2017).

Las partículas molidas se mantienen juntas mediante una mezcla similar a un pegamento de gránulos de almidón parcialmente gelatinizados liberados mecánicamente y láminas de la matriz proteica (Serna Saldivar et al., 1990).



1.5.4.4 Elaboración de tortillas

En México, la mayoría de las tortillas se forman con las máquinas Celorio disponibles comercialmente que consisten en una mezcladora, extrusora y formadora. El sistema de extrusión fuerza la masa a través de una ranura en la parte inferior de la unidad. Un cortador de puerta controla la descarga y regula la forma y el tamaño del producto de masa. El Celorio se usa exclusivamente para tortillas de mesa y requiere una masa finamente molida con mayor humedad. La masa suele estar hidratada en mayor medida (60% de humedad). Los discos de tortilla extruidos y formados con la unidad Celorio generalmente se inflan durante el horneado y conservan sus propiedades de textura por más tiempo que las tortillas hechas con los rollos de teflón (Serna-Saldivar et al., 1990).

Independientemente del tipo de dispositivo de formación, los trozos de masa se hornean en tortillas en un horno de gas de triple paso a temperaturas de 280 a 302 ° C durante 30 a 60 s. Las bandas de horneado son de tipo listón o de alambre tejido.

Durante el horneado, se pierde aproximadamente un 10-12% de humedad de la masa. El horneado provoca una mayor gelatinización del almidón y desnaturalización de las proteínas, desarrollo de color debido a las reacciones de pardeamiento de Maillard y la inactivación de microorganismos (Serna-Saldivar et al., 1990).

1.5.5 Normatividad aplicable

1.5.5.1 Indicadores de calidad

El maíz es uno de los cereales más cultivados a nivel mundial, sin embargo, este cereal se ve afectado por distintos factores bióticos, entre los que figuran las plagas y las enfermedades de origen viral, bacteriano y fúngico. Las bacterias, mohos y levaduras utilizan elementos nutritivos contenidos en el grano de maíz y en los subproductos para su crecimiento originando deterioro del grano y dando como resultado cambios en la apariencia en el grano y productos elaborados (Moreno, 1996).

Los microorganismos indicadores se caracterizan por ser de fácil enumeración, su presencia en cierto número indica que los alimentos estuvieron expuestos a



condiciones que pudieron permitir la contaminación y/o proliferación con microorganismos patógenos.

Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, puesto que, al establecer la cuenta de estos microorganismos, permite su utilización como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada.

El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos (NOM-111-SSA-1994).

El límite máximo de unidades formadoras de colonias por gramo en cuanto a los hongos en harina de maíz nixtamalizada se observa en la Tabla 6.

Por otra parte, el recuento de termofílicos, psicofílicos y psicotróficos es importante para predecir la estabilidad del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores (NOM-092-SSA1-1994).

El límite máximo de unidades formadoras de colonias por gramo en cuanto a los mesófilos aerobios en harina de maíz nixtamalizada se observa en la Tabla 6.

El grupo de los microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas. El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares (NOM-113-SSA1-1994).



Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables especifican límites permisibles de unidades formadoras de colonias por gramo para coliformes totales en tortillas y harina de maíz nixtamalizado los cuales se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Especificaciones microbiológicas en Harina de maíz nixtamalizada

Microorganismo	Límite máximo (UFC/g)
Mohos y levaduras	1,000
Mesófilos aerobios	50,000
Coliformes totales	100
en Tortillas	<30

Fuente: NOM-187-SSA1/SCFI-2002, NOM-247-SSA1-2008

1.6 Mercadotecnia

1.6.1 Definición

El concepto de mercadotecnia no es una definición sobre lo que es y hace la mercadotecnia. Se trata de una forma de pensar, una filosofía de dirección, sobre cómo debe entenderse la relación de intercambio de los productos de una organización con el mercado. (Mestre et al., 2014)

Se define a la mercadotecnia como el proceso de planeación, ejecución y conceptualización de precios, promoción y distribución de ideas, mercancías y términos para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y organizacionales. El punto de partida de la disciplina de la mercadotecnia es determinar las necesidades y deseos humanos (Fischer et al., 2017).

1.6.2 Mercado

Para efectos de la mercadotecnia, un mercado está conformado por los consumidores reales y potenciales de un producto o servicio; para completar esta definición deben existir tres elementos:

- ✎ Uno o varios individuos con necesidades y deseos por satisfacer.
- ✎ Un producto que pueda satisfacer esas necesidades.



- 🌿 Personas que ponen los productos a disposición de los individuos con necesidades a cambio de una remuneración.

También se puede hablar de mercados reales y mercados potenciales. El primero se refiere a las personas que normalmente adquieren el producto y el segundo a todos los que podrían comprarlo (Fischer et al., 2017).

1.6.3 Tipos de mercado

- **Desde el punto de vista geográfico**

Las empresas tienen identificado geográficamente su mercado y, para ello, en la práctica los mercados se dividen como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. División geográfica de los tipos de mercado

Tipos	Características
Mercado internacional	comercializa bienes y servicios en el extranjero
Mercado nacional	efectúa intercambio de bienes y servicios en todo el territorio nacional
Mercado regional	cubre zonas geográficas determinadas libremente y que no necesariamente coinciden con los límites políticos
Mercado de intercambio comercial al mayoreo	se desarrolla en áreas donde las empresas trabajan al mayoreo dentro de una ciudad
Mercado metropolitano	cubre un área dentro y alrededor de una ciudad relativamente grande
Mercado local	puede desarrollarse en una tienda establecida o en modernos centros comerciales dentro de un área metropolitana

Fuente: Fischer et al., 2017

- **Desde el punto de vista del cliente**

- 🌿 **Mercado del consumidor.** Los bienes y servicios son rentados o comprados por individuos para su uso personal, no para ser comercializados.



En el mercado del consumidor las personas compran con mucha frecuencia pequeñas cantidades de productos y no hacen grandes estudios para decidir la compra; ésta es sin fines de lucro (Fischer et al., 2017).

🌱 **Mercado del productor o industrial.** Está formado por individuos y organizaciones que adquieren productos, materias primas y servicios para la producción de otros bienes y servicios; dichas adquisiciones están orientadas hacia un fin posterior. Se compran grandes volúmenes y se planea la adquisición; en este tipo de mercado existen pocos compradores en comparación con el mercado del consumidor; la compra se hace con fines de lucro (Fischer et al., 2017).

🌱 **Mercado del revendedor.** Está conformado por individuos y organizaciones que obtienen utilidades al revender o rentar bienes y servicios a otros; a este mercado se le llama también de distribuidores o comercial y está conformado por mayoristas, minoristas, agentes, corredores, etcétera (Fischer et al., 2017).

🌱 **Mercado de gobierno.** El mercado de gobierno está formado por las instituciones pertenecientes a éste o al sector público que adquieren bienes o servicios para llevar a cabo sus funciones principales (Fischer et al., 2017).

🌱 **Mercado internacional.** Todos los seres humanos tienen deseos y necesidades por satisfacer al mínimo costo; esto provoca que las organizaciones de un país deseen ampliar sus fronteras, es decir, estudien la posibilidad de colocar sus productos en otros países (Fischer et al., 2017).

1.6.4 Variables de la mercadotecnia

En la mercadotecnia, al conjunto de las 4P también se le conoce con el nombre de mezcla de mercadotecnia, y no es otra cosa que la oferta completa que la organización ofrece a sus consumidores: un producto con su precio, su plaza y su promoción (Fischer et al., 2017).

Las cuatro variables de la mercadotecnia se describen a continuación:



- 🌿 **Producto.** Significa la combinación de bienes y servicios que la empresa ofrece al mercado meta (Armstrong & Kotler, 2013).
- 🌿 **Precio.** Es la cantidad de dinero que los clientes deben pagar para obtener el producto (Armstrong & Kotler, 2013).
- 🌿 **Plaza.** Incluye actividades de la empresa encaminadas a que el producto esté disponible para los clientes meta (Armstrong & Kotler, 2013).
- 🌿 **Promoción.** Se refiere a las actividades que comunican los méritos del producto y persuaden a los clientes meta a comprarlo (Armstrong & Kotler, 2013).

En la mercadotecnia, al conjunto de las 4 P también se le conoce con el nombre de mezcla de mercadotecnia, y no es otra cosa que la oferta completa que la organización ofrece a sus consumidores: un producto con su precio, su plaza y su promoción.

La mezcla de mercadotecnia tiene a su vez una submezcla como se observa en Figura 2 y la clave para desarrollar la mejor mezcla de mercadotecnia reside en conocer las expectativas que tiene la gente de recibir un producto en particular.

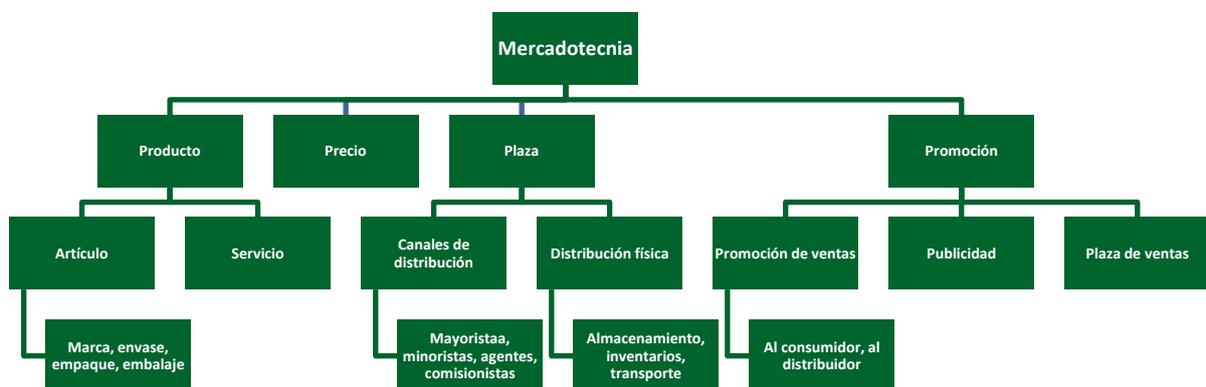


Figura 2. Variables mercadológicas (Fischer et al., 2017)



1.6.5 Estudio de mercado y viabilidad

El estudio del mercado se propone darnos una idea exacta de los participantes y sus perspectivas y hábitos. Nos permite además entender y prever las consecuencias de su evolución (disminución de transacciones/aumento de la demanda).

Se efectúa al analizar el potencial de un mercado nuevo, al diversificarse. Se actualiza periódicamente mediante una vigilancia activa o estudios puntuales. Es una etapa indispensable para decidir:

- ✂ la oferta;
- ✂ las acciones comerciales;
- ✂ los objetivos realizables;
- ✂ la comunicación prevista (Van et al., 2014).

1.7 Desarrollo de nuevos Productos

1.7.1 ¿Cómo surge?

Una empresa tiene varios caminos para ampliar su portafolio de productos:

- 1. Invenciones.** Consiste en crear nuevos productos para el mundo; construir algo que no existe.
- 2. Nueva línea de productos.** Es decir, incluir en el portafolio nuevas líneas de productos que la empresa no ofrecía.
- 3. Nuevas versiones.** Se trata de nuevos productos que se integran a las líneas que ya maneja la empresa.
- 4. Mejora en los productos.** Son modificaciones a los productos existentes para atender de mejor manera las necesidades del mismo segmento de mercado.
- 5. Reposicionamiento del producto.** Consiste en buscar para los productos existentes un nuevo segmento de mercado, ya que el actual se encuentra saturado (Fischer et al., 2017).



1.7.2 Metodología para el desarrollo de productos

El desarrollo y la producción de un nuevo producto comprenden desde la etapa de proyecto hasta la etapa de producción y venta. Dado que varios de los pasos tienen lugar al mismo tiempo, es esencial una coordinación y sincronía apropiadas por parte de la dirección de la empresa. Los pasos para el lanzamiento de un producto al mercado son:

1. Creación de ideas.
2. Selección de ideas o tamizado.
3. Análisis del negocio.
4. Desarrollo del producto.
5. Mercado de prueba.
6. Comercialización (Fischer et al., 2017).

🌱 **Creación de ideas.** Cada producto nuevo es resultado de una idea y cuanto más numerosas sean las ideas generadas habrá más probabilidades de seleccionar lo mejor. Es importante que las empresas adopten procedimientos sistemáticos para recolectar ideas del medio y de la misma empresa (Fischer et al., 2017).

🌱 **Selección de ideas o tamizado.** Se clasifican las diversas propuestas por orden de categorías y se elige el conjunto más atractivo posible dentro de los recursos de la empresa. La confrontación de las listas es el procedimiento más adecuado para sistematizar las evaluaciones del producto durante esta etapa, ya que permite producir puntuaciones numéricas o calificaciones de las diversas proposiciones del producto (Fischer et al., 2017).

🌱 **Análisis del negocio.** Las tareas para realizar son: calcular costos, ventas, utilidades e índices de rendimiento futuros del nuevo producto, y conocer si esto es compatible con los objetivos de la empresa. Si lo es, seguirá desarrollándose el producto, en caso contrario, será eliminado (Fischer et al., 2017).

🌱 **Desarrollo del producto.** En esta cuarta etapa ya se vislumbra la factibilidad de comercializar y específicamente convertir el proyecto en un producto



tangible (físico); para tal efecto se desarrolla un prototipo o modelo que deba elaborarse a un bajo costo y que atraiga a los clientes; es de gran importancia elegir una marca adecuada, así como diseñar un envase que permita distinguir el estilo del producto del de otras empresas competidoras. También se realiza un sondeo de mercado para saber cómo diseñar mejor el producto (Fischer et al., 2017).

🌱 **Mercado de prueba.** En esta etapa se ensaya por primera vez el producto en su mercadotecnia y en ambientes reducidos, pero bien seleccionados, cuya información represente las reacciones del consumidor (Fischer et al., 2017).

🌱 **Comercialización** En esta etapa el producto ya está en situación óptima para introducirse en el mercado. El artículo está en plena producción, y la elección de la marca y presentación terminaron. Esta etapa de comercialización representa una inversión importante tanto en dinero como en personal especializado. Un factor importante que se debe considerar durante este último periodo es la competencia, ya que es determinante para el éxito y el futuro del producto (Fischer et al., 2017).

1.8 Evaluación Sensorial

1.8.1 Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir *sentido*. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos (Anzaldúa, 2005).

1.8.2 Principales pruebas aplicadas en la evaluación sensorial

🌱 Pruebas afectivas

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no



entrenados, estos deben ser consumidores habituales o potenciales y compradores del tipo de alimento en cuestión.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Anzaldúa, 2005).

Pruebas discriminativas

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Estas pruebas son muy usadas en el control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares. Para las pruebas discriminativas pueden usarse jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo-trío o la triangular, sin embargo, para algunas comparaciones más complejas, es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y evaluar la magnitud de la diferencia.

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son las siguientes:

- Prueba de comparación apareada simple
- Prueba triangular
- Prueba dúo-trío
- Prueba de comparaciones apareadas de Scheffé
- Prueba de comparaciones múltiples
- Prueba de ordenamiento

(Anzaldúa, 2005).

Pruebas descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del



alimento. Proporcionan más información acerca del producto que otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado, y la interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa.

Tipos de pruebas descriptivas:

- Calificación con escalas no estructuradas
- Calificación con escalas de intervalo
- Calificación con escalas estándar
- Calificación proporcional (estimación de magnitud)
- Medición de atributos sensoriales con relación al tiempo
- Determinación de perfiles sensoriales
- Relaciones psicofísicas

(Anzaldúa, 2005)

1.9 Envase y etiqueta

1.9.1 Definición de envase

De acuerdo con la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 un envase se define como cualquier recipiente, o envoltura en el cual está contenido el producto preenvasado para su venta al consumidor.

1.9.2 El envase y la conservación de alimentos

La conservación de alimentos, en su contexto más amplio se puede definir como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismos patógenos y otros agentes responsables de su deterioro, y así permitir su consumo futuro. La conservación de alimentos utiliza mecanismos tradicionales, así como nuevas tecnologías, el objetivo principal es preservar el sabor, los nutrientes, la textura, entre otros aspectos. Si un producto no logra lo anterior, entonces la conservación no cumple su propósito (Aguilar, 2012).

Para seleccionar un método de conservación es muy importante considerar que el método que se utilice garantice la máxima capacidad de conservación del alimento.



De acuerdo con la composición de los alimentos, y de los efectos que causa cada método de conservación sobre ellos, existen varias formas de clasificarlos.

Con el avance de la tecnología actual, con base en la producción masiva y multinacional, se agregan nuevos métodos como el envasado al vacío, que asegura la eliminación total de contaminación; de igual forma, la aplicación de atmósferas modificadas para el embalado (Aguilar, 2012).

Envasado al vacío. Consiste en la eliminación del aire que rodea al alimento, reduciendo por tanto degradaciones del alimento por parte del oxígeno, así como dificultando el crecimiento de muchos microorganismos. Lo más novedoso en este tipo de envasado, es el envasado al vacío tipo “skin”, es decir un envasado que recubre al alimento totalmente como una segunda piel (Cong et al., 2014).

Actualmente hay una gran variedad de materiales que se pueden utilizar para la elaboración de envases de alimentos, estos materiales se pueden emplear solos y combinados. Los envases de plástico son los más utilizados para envasar alimentos

En los últimos años, estos envases han sido los más explotados y utilizados en la industria alimentaria, así como en una infinidad de industrias, debido a que los avances tecnológicos han creado una inmensa variedad de polímeros (plásticos), que se utilizan solos o en combinación con otros materiales para formar diversos envases tanto rígidos, como semirrígidos y flexibles; entre los más utilizados están:

a) Polietileno: Utilizado en bolsas o películas flexibles para envasar arroz, frijol, frutas secas, nueces, entre otros. Así como envases semirrígidos o rígidos (botellas) para envasar sal, vinagre, jugos, etc.

b) Polipropileno: Es una película translúcida, brillante y muy resistente, impermeable y fácil de comprimir para vaciar su contenido; se utiliza para envasar catsup, salsas, mostaza, mantequilla líquida.

c) Poliéster: Es flexible, elástico y muy estable, el más conocido es el PET (tereftalato de polietileno) para envasar bebidas gaseosas, productos congelados, y por su resistencia térmica, se emplea también para productos que se calientan con agua a ebullición como arroz precocido, sopas, hortalizas deshidratadas, etc.



d) Cloruro de polivinilideno (PVDC): Es muy impermeable a gases y a vapor de agua, y muy resistente a grasas, por ello se utiliza para envasar aceites y concentrados de frutas. Un copolímero derivado del cloruro de polivinilideno, conocido como sarán, también es muy utilizado como envase flexible por su contractibilidad (adquiere la forma del producto), termosellabilidad e impermeabilidad, para productos como salchichas, jamón, entre otros.

e) Poliestireno: Se utiliza bastante para productos alimenticios diseñados para calentarse en horno de microondas por su alta resistencia a la radiación (Aguilar, 2012).

1.9.3 Etiquetado

De acuerdo con la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, etiqueta se define como cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto preenvasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje.

1.9.4 Normatividad aplicada al etiquetado de alimentos

El 1 de octubre del año 2020 entró en vigor la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados—información comercial y sanitaria.

Con ello, los productos que excedan los criterios establecidos en el perfil de nutrimentos críticos deberán mostrar en sus empaques sellos negros de forma hexagonal que indicarán si ese producto tiene exceso de azúcares, calorías, grasas trans, grasas saturadas y sodio.

El empaque también tendrá dos leyendas precautorias, la primera para productos que contengan edulcorantes y la segunda para aquellos con cafeína, a fin de evitar que niños los consuman.



Entre más número de sellos se deberá considerar como alerta de consumo del alimento o bebida no alcohólica; el producto puede ser poco saludable, ya que se asocia a diabetes, enfermedades cardíacas, hipertensión u obesidad.

Es de resaltar que, si el producto tiene algún sello, no podrá ser vendido en las escuelas ni publicitarse ante menores de edad. De hecho, no podrá contener estrategias de publicidad que atraigan la atención de niños, como el uso de personajes (PROFECO, 2020).

1.10 Vida útil

1.10.1 Estudio de vida útil

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Inungaray et al., 2013). Existen diversos indicadores que indican que la vida útil de un alimento ha llegado a su fin entre los cuales están: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad (Inungaray et al., 2013).

La determinación de la vida útil de un alimento es de gran importancia, y la misma debe reflejarse en el envase de estos. En la literatura se reportan diferentes estudios y combinaciones de estos con el fin de establecer la vida útil de un alimento (Ángel et al., 2010).

Las pruebas para estimación de vida útil suelen ser específicas para cada producto. Pueden incluir alguno o todos los elementos siguientes: análisis microbiológico, análisis fisicoquímico, evaluación sensorial, oxidación de lípidos.

1.11 Modelo canvas

Un modelo de negocio describe el fundamento de cómo una organización crea, entrega, y captura valor (Osterwalder & Pigneur, 2010).



1.11.1 Módulos del modelo Canvas

Un modelo de negocio se puede describir mejor a través de nueve bloques o módulos de construcción básicos que muestran la lógica de cómo una empresa pretende conseguir ingresos (Tabla 8). Los nueve bloques cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad financiera (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Tabla 8. Bloques o módulos del modelo Canvas.

Módulo	¿A qué se refiere?
1. Segmentos de mercado	Una organización sirve a uno o varios segmentos de clientes.
2. Propuestas de valor	Busca solucionar los problemas del cliente y satisfacer necesidades del cliente con propuestas de valor.
3. Canales	Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre la empresa y los clientes.
4. Relaciones con clientes	Las empresas deben definir el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. La relación puede ser personal o automatizada. Las relaciones con los clientes pueden estar basadas en los fundamentos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> 🌱 Captación de clientes. 🌱 Fidelización de clientes. 🌱 Estimulación de las ventas (venta sugestiva)
5. Fuentes de ingresos	Cada fuente de ingresos puede tener un mecanismo de fijación de precios diferente: lista de precios fijos, negociaciones, subastas, según mercado, según volumen o gestión de la rentabilidad.
6. Recursos clave	Todos los modelos de negocio requieren recursos clave que permiten a las empresas crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con segmentos de mercado y percibir ingresos.
7. Actividades clave	Estas actividades son las acciones más importantes que debe emprender una empresa para tener éxito, y al igual que los recursos clave, son necesarias para crear y ofrecer una propuesta de valor,



	llegar a los mercados, establecer relaciones con clientes y percibir ingresos.
8. Asociaciones clave	Las empresas crean alianzas para optimizar sus modelos de negocio, reducir riesgos o adquirir recursos.
9. Estructura de costes	Tanto la creación y la entrega de valor como el mantenimiento de las relaciones con los clientes o la generación de ingresos tienen un coste.

Fuente: Osterwalder & Pigneur, 2010



Capítulo 2: Metodología experimental.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Desarrollar tortillas de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado con nopal (*Opuntia ficus-indica*) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*) adicionadas con cúrcuma (*Cúrcuma longa L.*) para obtener un producto funcional que satisfaga las demandas de consumidores con hábitos de alimentación saludable y generar un plan de negocios para su comercialización.

2.1.2 Objetivos particulares

1. Realizar un estudio de mercado de las tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma por medio de una encuesta a 200 consumidores de ambos sexos mayores de 18 años para determinar la viabilidad del desarrollo del producto.
2. Desarrollar distintos prototipos de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma utilizando un diseño experimental 3² variando las proporciones de masa de maíz nixtamalizado y nopal 76:24, 70:30, 80:20 y mediante un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) elegir el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales de color, sabor, olor y textura.
3. Realizar el análisis químico proximal y microbiológico (coliformes totales, mesófilos aerobios y hongos y levaduras) al prototipo seleccionado, mediante técnicas oficiales para comprobar el cumplimiento de especificaciones de aporte nutrimental e higiene establecidas en la normatividad aplicable.
4. Seleccionar el tipo de envase de acuerdo con las especificaciones de la NOM-247- SSA1-2008 y diseñar la etiqueta con lo establecido en la Modificación de la NOM- 051-SCFI/SSA1-2010 para el cumplimiento de la información comercial y sanitaria necesaria para su comercialización en el mercado.



5. Evaluar el grado de preferencia en 50 consumidores potenciales que tiene el producto con respecto a uno comercial a través del análisis de pruebas afectivas para la determinación de su panorama comercial.
6. Realizar el estudio de vida útil al prototipo seleccionado, a temperatura de 25°C en intervalos de tiempo de muestreo iguales de 7 días por medio de una prueba de ensayo de 6 puntos utilizando la humedad, parámetros sensoriales y microbiológicos como indicadores de deterioro para establecer el tiempo en el que los factores intrínsecos y extrínsecos afectan la percepción de calidad del consumidor.
7. Desarrollar un plan de negocios para la comercialización de la tortilla, utilizando el modelo Canvas para su comercialización.



2.2 Cuadro metodológico experimental

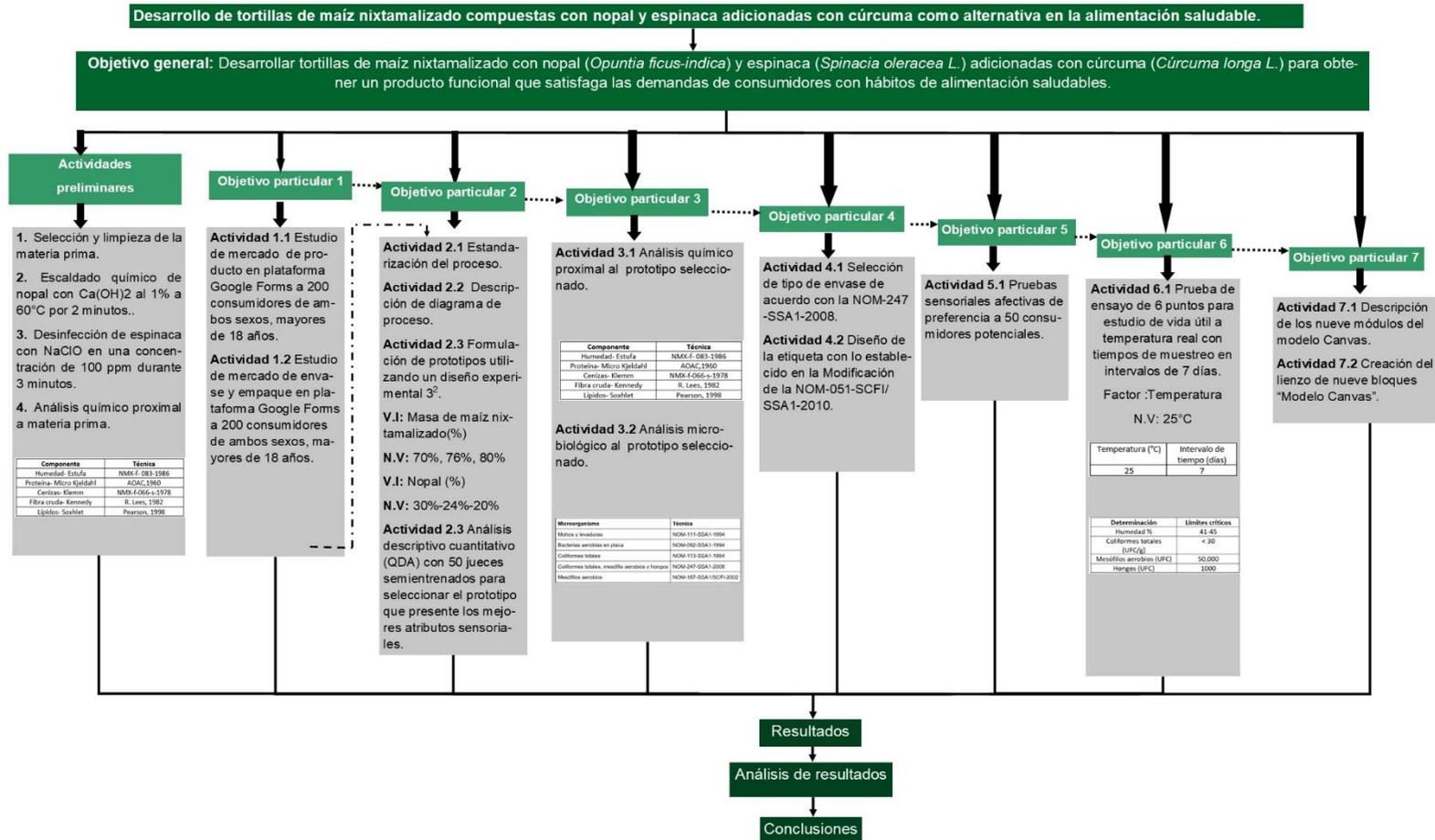


Figura 3. Cuadro metodológico



2.3 Descripción de la metodología experimental

2.3.1 Actividades preliminares

Actividad preliminar 1: Selección y limpieza de materia prima

Se compraron 7 Kg de nopal y 2 kg de espinaca en la central de abastos Cuautitlán manteniéndolos hasta su utilización en refrigeración (4°C), y previo a su utilización se lavaron y desinfectaron, los 22 Kg de masa de maíz nixtamalizado se adquirieron en la tortillería Torti-Rica ubicada en el municipio de Tultepec, Estado de México.

La selección del nopal y espinaca se hicieron con base en las especificaciones de las Tablas 9 y 10 respectivamente, ambas referidas a calidad México 1, la masa de maíz nixtamalizado cumpliendo las especificaciones de calidad y materia extraña establecidas en la Tabla 11.

Tabla 9. Especificaciones de calidad en nopal

Especificación	México extra	México 1	México 2
Microbiológicos	Libre al momento del empaque	Libre al momento del empaque	Libre al momento del empaque
Biológicos	Libre de daños al momento del empaque	Cuando afecta un área no mayor de 0.05% de la superficie del cladodio	Cuando afecta un área mayor de 0.05% y hasta 1% de la superficie del cladodio
Físicos mecánicos	Cuando afecta un área de hasta 0.5% de la superficie del cladodio	Cuando afecta un área mayor de 0.5% y hasta 1% de la superficie del cladodio	Cuando afecta un área mayor de 1% y hasta 3% de la superficie del cladodio
Climáticos	Libre de daños	Cuando afecta un área no mayor de 0.5% de la superficie del cladodio	Cuando afecta un área mayor de 0.5% y hasta 1% de la superficie del cladodio
Alteraciones morfológicas	Libre de deformaciones	Se admite un máximo de 3% por unidad de empaque	Se admite entre un 3.1% a 6% por unidad de empaque

Fuente: NMX-FF-068-SCFI-2006



Tabla 10. Especificaciones de calidad de espinaca México 1

Especificaciones de calidad de espinaca México 1	
Tamaño (cm)	Menores de 25 a mayores de 40
Presentación	Las espinacas dentro de estas calidades pueden presentar variaciones en cuanto a homogeneidad en lo concerniente a color y tamaño y deben estar dentro de la tolerancia establecida de tamaño para estas calidades.
Sensoriales	<p>hoy ser frescas, limpias, sanas, enteras y bien desarrolladas.</p> <p>Tener forma característica.</p> <p>Estar libres de descomposición o pudrición.</p> <p>Estar prácticamente libres de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico o genético fisiológico.</p> <p>Las espinacas deben presentar un color que va del verde claro al verde oscuro.</p>
Defectos	Pueden presentar como máximo un defecto menor por unidad y deben estar dentro de la tolerancia establecida para esta calidad.

Fuente: NOM-FF-50-1982

Tabla 11. Especificaciones para masa de maíz

Especificaciones para masa de maíz	
Materia extraña	No más de 50 fragmentos de insectos, no más de un pelo de roedor y estar exentos de insectos enteros y excretas, así como de cualquier otra materia extraña que represente un riesgo a la salud en 50g de productos.
Microbiológicas	Límite máximo de 200 UFC/g de coliformes totales

Fuente: NOM-187-SSA1/SCFI-2002

Actividad preliminar 2: Escaldado químico de nopal con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 1% a 60°C por 2 minutos.

El escaldado debe ser tal que se inactive la enzima responsable del deterioro (polifenoloxidasas y peroxidasas) y se mantenga la calidad del producto. Para realizarlo se preparó una disolución porcentual de Hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en una concentración del 1% en la cual fue sumergido el nopal previamente cortado y sin espinas a una temperatura de 60°C por un tiempo de 2 minutos.



Actividad preliminar 3: Desinfección de espinaca con NaClO en una concentración de 100 ppm durante 3 minutos.

En la Unión Europea, el cloro activo liberado de hipoclorito de sodio y de calcio, como sustancia activa para lavar frutas y hortalizas, está autorizado por el Reglamento (UE) 2017/1274.

En las operaciones de lavado de productos vegetales se utilizan concentraciones entre 100-200 ppm.

Es preciso una exposición de 3 minutos para conseguir una desinfección adecuada, pero además del pH y de la cantidad de impurezas, también es importante la temperatura de la solución, puesto que el frío disminuye su eficacia.

Para la espinaca se preparó una disolución con una concentración de 100ppm de Hipoclorito de sodio (NaClO) en la cual fue sumergida la espinaca por un tiempo de 3 minutos.

Actividad preliminar 4: Análisis químico proximal a materia prima.

Se propone realizar el análisis químico proximal a las materias primas; cada prueba por triplicado.

Con los resultados de las repeticiones se obtendrán las medidas de tendencia central para obtener un valor representativo de la cuantificación realizada en cada técnica.

Humedad Estufa (NMX-F-83-1986)

Fundamento: La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra (Nollet, 1996).



Equipo:

- Estufa eléctrica marca Mapsa modelo HDP 334
- Balanza analítica Sauter modelo GMDH

Cálculo:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P-P_i)}{P_2} (100) \dots\dots \mathbf{Ec (1)}$$

En donde:

P= Peso del recipiente con la muestra húmeda, en gramos

P_i= Peso del recipiente con la muestra seca, en gramos

P₂= Peso de la muestra en gramos

🌵 Cenizas Klemm (NMX-F-066-S-1978)

Fundamento: En este método el agua y los compuestos volátiles son evaporados y las sustancias orgánicas son incineradas en presencia de oxígeno a dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno, todo esto en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 450-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. La máxima temperatura es determinada de acuerdo con la matriz de la muestra y la volatilidad de los elementos a ser analizados en dado caso que se requiera hacer subsecuentes análisis de las cenizas.

Equipo:

- Mufla marca Blue M Lab-Heat
- Balanza analítica Sauter modelo GMDHC

Cálculo:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P-p)}{M} (100) \dots\dots \mathbf{Ec (2)}$$

Donde:

P= Masa del crisol con las cenizas en gramos

p= Masa de crisol vacío en gramos



M= Masa de la muestra en gramos

🌵 Fibra Kennedy (Lees, R. 1989)

Fundamento: Se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación de la muestra se determina la fibra bruta.

Equipo:

- Mufla marca Blue M Lab-Heat
- Balanza analítica Sauter modelo GMDH
- Estufa eléctrica marca Mapsa modelo HDP 334

Cálculo:

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{(\text{papel con fibra-papel}) - (\text{crizol con cenizas-crizol})}{\text{peso de muestra}} (100) \dots \text{Ec (3)}$$

🌵 Lípidos Soxhlet (Pearson, 1998)

Fundamento: Extracción semicontinua de los lípidos mediante una destilación con disolventes. Los disolventes que se usan suelen ser el éter de petróleo, que es el mejor agente para muestras secas; éter dietílico, más eficiente, pero extrae sustancias no grasas; el cloroformo, el tetracloruro de carbono y el hexano. El rendimiento y la composición de los extractos resultantes difieren según el disolvente empleado; por eso, es necesario indicar siempre el disolvente o la técnica que se ha utilizado en la extracción.

Equipo:

- Equipo de extracción Soxhlet
- Estufa MAPSA Modelo HDP-334
- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470

Cálculo:

$$\% \text{ Lípidos} = \frac{\text{masa matraz con grasa}(g) - \text{masa matraz vacío}(g)}{\text{masa de muestra}(g)} (100) \dots \text{Ec (4)}$$



Proteínas Micro Kjeldahl (960.52 AOAC,1998)

Fundamento: Se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico. El hidrógeno y el carbón de materia orgánica se oxidan para formar agua y bióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en dióxido de azufre, el cual reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio. El amoniaco se libera después de la adición de hidróxido de sodio y se destila recibiendo en una disolución al 4% de ácido bórico. Se titula el nitrógeno amoniacal con una disolución valorada de ácido, cuya normalidad depende de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra. Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoniaco destilados.

Equipo:

- Microdigestor Kjeldahl, Marca LABCONCO, Modelo 60900
- Microdestilador Kjeldahl, Marca Figursa, Modelo DMK-650

Cálculo:

$$\%N \text{ Total} = \frac{(\text{Vol.gastado HCl en ml} - \text{Vol.gastado HCl del blanco en ml})(N \text{ HCl})(0.014)}{\text{masa de muestra en gramos}} (100) \dots \mathbf{Ec (5)}$$
$$\% \text{ Proteína} = \%N \text{ Total} \times \text{Factor}$$

Donde:

Miliequivalente del nitrógeno: 0.014

Factor de conversión: 6.25

Carbohidratos

Estos se determinarán por diferencia ya que el producto contiene almidón el cual es un polisacárido complejo y con un tratamiento de hidrólisis como el llevado a cabo en Lane y Eynon no se garantiza que se puedan romper los enlaces y realizar la cuantificación.

$$\%CHOS = 100 - (\%H + \%C + \%F + \%L + \%P) \dots \mathbf{Ec (6)}$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad.

%C: Porcentaje de cenizas.

%F: Porcentaje de fibra.



%L: Porcentaje de lípidos.

%P: Porcentaje de proteína.

2.3.2 Objetivos particulares

Objetivo particular 1.

Actividad 1.1. Estudio de mercado del producto.

Para determinar la viabilidad del desarrollo del producto, se realizó un estudio de mercado de las tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma por medio de una encuesta de 10 preguntas realizada en la plataforma Google Forms a 200 consumidores de ambos sexos mayores de 18 años residentes de CDMX y Estado de México, el formato que se utilizó para realizar el estudio de mercado del producto se muestra en la Figura 4.

Actividad 1.2. Estudio de mercado del envase y empaque.

Para determinar la viabilidad del desarrollo del producto, se realizó un estudio de mercado del empaque y envase de las tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma por medio de una encuesta de 10 preguntas realizada en la plataforma Google Forms a 201 consumidores de ambos sexos mayores de 18 años que residan en CDMX y Estado de México, el formato utilizado para el estudio de mercado del envase y empaque se muestra en la Figura 5.



El proyecto a desarrollar son tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma como una alternativa en la alimentación saludable.

Instrucciones: Marque con una "X" la respuesta elegida.

Edad: _____

Sexo: Femenino Masculino

1. ¿Consumes tortilla?

Si No

2. ¿Qué tipo de tortilla consumes con más frecuencia?

Maíz Harina de trigo Otra

3. ¿Con qué frecuencia consumes tortilla de maíz?

Diario Tres veces por semana Una vez a la semana

Menos de cuatro veces al mes

4. ¿Cuántas tortillas de maíz consumes en un día?

2 o menos de 3 a 5 más de 5

**5. ¿Conoce los beneficios de consumir nopal, espinaca y cúrcuma?
(Puede ser más de uno si conoce los beneficios)**

Nopal Espinaca Cúrcuma

6. ¿Ha consumido tortillas de maíz con nopal, espinaca o cúrcuma?

Si No

7. ¿Qué características sensoriales considera son importantes al comprar tortillas de maíz? (Puede seleccionar más de uno)

Sabor Color Olor Textura Capacidad de enrollar

8. ¿Considera importante el tamaño de la tortilla en su decisión de compra?

Si No

9. ¿Considera importante el aporte nutrimental de la tortilla en su decisión de compra?

Si No

10. ¿Compraría tortillas de maíz nixtamalizado con nopal, espinaca y cúrcuma?

Si No

¡Gracias por tus respuestas!

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Encuesta de mercado de producto.



El proyecto a desarrollar son tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma como una alternativa en la alimentación saludable.

Instrucciones: Marque con una "X" la respuesta elegida.

Edad: _____

Sexo: Femenino Masculino

1. ¿Qué factor es el que más influye en tu decisión de compra de un producto alimenticio?

Empaque Precio Valor nutrimental Marca

2. ¿Qué es lo primero que te llama la atención de un empaque cuando adquieres un producto?

Diseño Materiales Colores El producto mismo

3. ¿Qué eslogan te resulta más atractivo para este tipo de producto alimenticio?

"La herencia de México" "Compartimos la riqueza de México contigo"

4. ¿Qué nombre te resulta más atractivo para este tipo de producto alimenticio?

Nexmalli Tekokö

5. ¿Qué tipo de envase te resulta más adecuado para tortillas de maíz con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma?

Caja de cartón Bolsa de plástico tipo Ziploc Bolsa de plástico al vacío

6. ¿Qué colores prefieres en un empaque para tortillas de maíz con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma?

PANTONE 3308 C PANTONE 19-6026 TPG PANTONE 356 C PANTONE Black 6 C
PANTONE 1235 C PANTONE 13-0746 TCX PANTONE 11-0602 TPX

7. ¿Qué tipo de promoción te resulta más atractiva para el lanzamiento de un nuevo producto?

Espectaculares Internet Carteles Volantes

8. ¿En qué presentación te gustaría adquirir este producto?

250 g 400g 500g

9. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por 500 g de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma?

\$25 a \$30 Menos de \$25
\$35 a \$40 Más de \$40

10. ¿En dónde te gustaría adquirir este producto? (Puede seleccionar más de uno)

Tiendas de la esquina Tiendas especializadas
Tiendas de autoservicio (Walmart, Chedraui, Aurrera) Otros(especifique): _____

¡Gracias por tus respuestas!

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Encuesta de mercado de envase y empaque.



Objetivo particular 2.

Actividad 2.1. Estandarización del proceso

Para elaborar las tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma el nopal y la espinaca fueron previamente tratados como se describe en las actividades preliminares 2 y 3; se mezclaron con la masa de maíz nixtamalizado, agua y cúrcuma. La mezcla se llevó a una máquina tortilladora para ser formada en discos los cuales son cocidos y enfriados para finalmente ser envasados y almacenados como se muestra en el diagrama de la Figura 6.

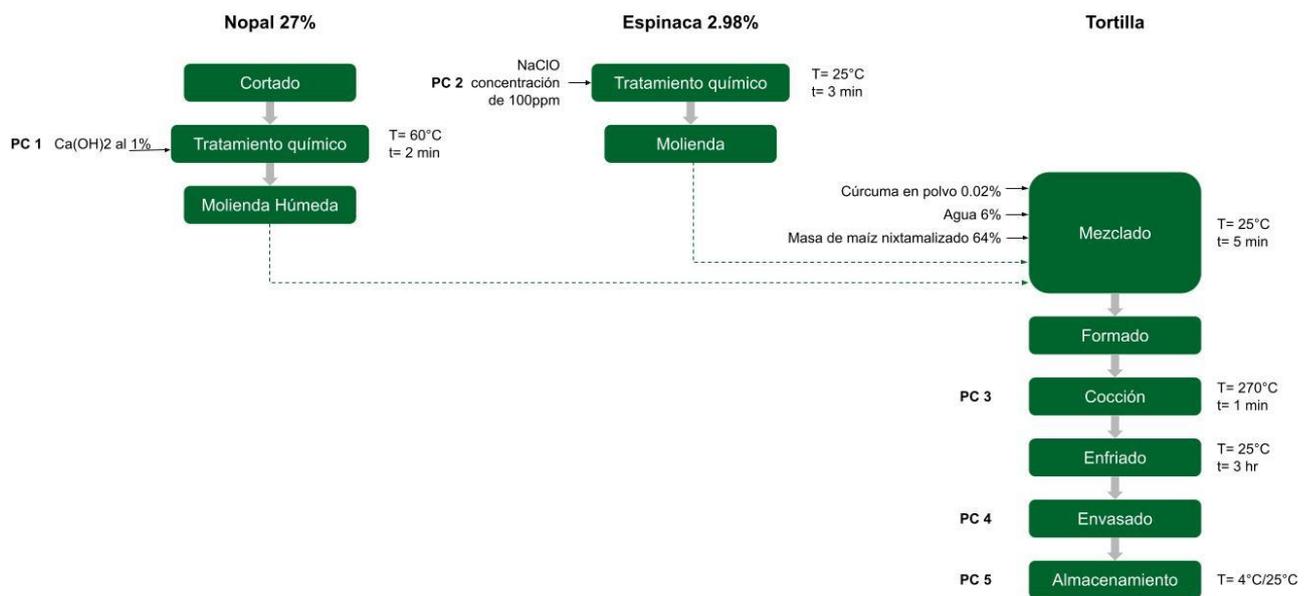


Figura 6. Diagrama de proceso de tortilla de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma.

Actividad 2.2. Descripción del diagrama de proceso

Nopal

El nopal se cortó en trozos rectangulares uniformes (2 cm x 0.5 cm), para posteriormente sumergirlo en una disolución porcentual de Ca(OH)_2 al 1% a una temperatura de 60°C por un tiempo de 2 minutos y finalmente fue molido en una licuadora Oster hasta una consistencia hasta una consistencia viscosa y semisólida.



Espinaca

Se le retiró la raíz a la espinaca (aproximadamente 5 cm) y se desinfectó con una disolución de NaClO en una concentración de 100 ppm sumergiéndola durante 3 minutos a una temperatura de 25°C. Posteriormente fue molida en una licuadora Oster hasta una consistencia semisólida.

Tortilla

Para la elaboración de las tortillas se mezcló previamente la masa de maíz nixtamalizado (64%), el nopal (27%), la espinaca (2.98%), la cúrcuma en polvo (0.02%) y el agua (6%) en una amasadora marca Celorio durante 5 minutos a temperatura de 25°C, una vez obtenida la mezcla se colocó en la tolva de la máquina tortilladora en donde se llevó a cabo el formado y la cocción. Posteriormente fue llevada a contenedores para su enfriamiento durante tres horas a temperatura de 25°C.

Finalmente se envasaron en bolsas termosellables con una selladora de vacío marca Hamilton y fueron almacenadas a temperatura de 25°C durante 60 días.

Actividad 2.3. Formulación de prototipos.

Para la formulación de los prototipos se realizó un diseño factorial completo 3^2 en el software Minitab 19, variando las proporciones de masa de maíz nixtamalizado y nopal 70:30, 76:24, 80:20, dejando constantes los porcentajes de agua, espinaca y cúrcuma; este último con base en la ingesta diaria recomendada por kg de peso, los factores y niveles correspondientes al diseño seleccionado se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Tabla de variables

Variables independientes	Niveles de variación (%)	Variables de Respuesta	Técnicas e instrumentos
Masa de maíz nixtamalizado	70,76,80	Color Sabor Olor Textura	Evaluación sensorial
Nopal	30,24,20		Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)



Actividad 2.4. Evaluación sensorial de los prototipos. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA).

En una prueba descriptiva se definen las diferentes percepciones sensoriales de un alimento con una serie de términos dándole una magnitud a la intensidad mediante escalas de evaluación, proporciona más información acerca del producto comparándola con otras pruebas sensoriales, por lo tanto, se propuso realizar un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de los prototipos con 50 jueces semi entrenados para seleccionar el prototipo con los mejores atributos sensoriales de color, sabor, olor y textura, (Figura 7).

En este proyecto no se pudo realizar esta prueba de evaluación sensorial debido a las medidas sanitarias tomadas a causa del SARS-CoV-2, sin embargo, la selección del prototipo se realizó con base en una comparación de la composición química y costos de productos similares en el mercado, eligiendo aquel que tuviera un mejor aporte nutrimental y el menor costo de producción.



Nombre: _____ Fecha: ____/____/____

Nombre del producto: _____

Ahora le voy a pedir que tome un par de tragos de agua para enjuagar cualquier sabor que pueda tener en la boca.

Usted ha recibido una muestra de tortilla marca Nexmalli, debe probarla y evaluarla de acuerdo con cada uno de los atributos que se presentan.

Coloque sobre la línea horizontal el valor que indique el grado de intensidad del producto.

Color

Verde

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Sabor

Nixtamal

Maíz

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nopal

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Espinaca

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Olor

Nixtamal

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Maíz

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nopal

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Textura

Rollabilidad

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Grosor

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Pegajosa

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Quebradiza

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fácil de masticar

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentarios:

¡Gracias!

Figura 7. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA).



Objetivo particular 3.

Actividad 3.1. Análisis químico proximal al prototipo seleccionado.

Al prototipo seleccionado con el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de la actividad 2.4 se propuso realizarle un análisis químico proximal con técnicas oficiales, (Tabla 13) para comprobar el aporte nutrimental de las tortillas de maíz nixtamalizado adicionadas con nopal, espinaca y cúrcuma. Cada análisis por triplicado.

En este proyecto, se obtuvo la composición química del prototipo seleccionado utilizando las tablas de composición química de las materias primas presentadas en la literatura.

Tabla 13. Técnicas de análisis químico proximal para el prototipo seleccionado

Componente	Técnica
Humedad estufa	NMX-F-83-1986
Cenizas Klemm	NMX-F-066-S-1978
Fibra Kennedy	Less R. 1989
Lípidos Soxhlet	Pearson, 1998
Proteínas Micro Kjeldahl	960.52 AOAC, 1998
Carbohidratos	Por diferencia

Actividad 3.2. Análisis microbiológico al prototipo seleccionado.

Se propuso realizar un análisis microbiológico al prototipo seleccionado con técnicas oficiales para comprobar el cumplimiento de higiene e inocuidad establecidas en la normatividad aplicable para tortillas y harina de maíz nixtamalizada, en alimentos generalmente se utilizan tres microorganismos indicadores: coliformes totales, mesófilos aerobios y hongos (mohos y levaduras).

Coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994)

Fundamento: El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24



h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

Condiciones:

35 ± 2°C 24 h

Medio selectivo (44° C)-Agar Rojo Violeta Bilis

Cálculo: Seleccionar cajas (mínimo dos diluciones consecutivas) con 15-150 colonias rojo claro o rosa con 0.5 a 2mm de diámetro, se multiplica por el inverso de la dilución.

 **Mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)**

Fundamento: El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

Condiciones:

35 ± 2° C 24 h

Medio enriquecido (44° C)- Agar triptona extracto de levadura

Cálculo: Seleccionar cajas con 25-250 UFC, se multiplica por el inverso de la dilución.

 **Hongos (NOM-111-SSA1-1994)**

Fundamento: El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de 25 ± 1° C, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Condiciones:

25° C 3-5 días

Medio (44° C)-Agar Papa- dextrosa

Cálculo: Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Multiplicar por el inverso de la dilución.



Objetivo particular 4.

Actividad 4.1. Selección del tipo de envase.

Se seleccionó el envase de acuerdo con la NOM-247-SSA1-2008, la cual menciona que se debe envasar en recipientes elaborados con materiales inocuos y resistentes a las distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas.

Actividad 4.2. Diseño de la etiqueta del producto.

La etiqueta del producto final se diseñó con base en la Modificación de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 para el cumplimiento de la información comercial necesaria para su venta en el mercado.

Para la tabla de información nutrimental, (Tabla 14) se necesitan los resultados del análisis químico proximal el cuál fue sustituido por el cálculo de la composición química con las composiciones de las materias primas obtenidas de la literatura.

Tabla 14. Presentación de la declaración nutrimental

Declaración	Por 100g o 100ml
Contenido energético*	____ kcal(kJ)
Proteínas	____g
Grasas totales	____g
Grasas saturadas	____g
Grasas trans	____mg
Hidratos de carbono disponibles	____g
Azúcares	____g
Azúcares añadidos	____g
Fibra dietética	____g
Sodio	____mg
Información adicional**	____mg, µg o % de VNR

Fuente: Modificación NOM-051-SCFI/SSA1-2010

Se realizó el cálculo de la información nutrimental complementaria en la etiqueta de los productos preenvasados que:

- contengan añadidos: azúcares libres, grasas o sodio; y
- el valor de energía, la cantidad de azúcares libres, de grasa saturada, grasas trans y de sodio cumplan con los perfiles nutrimentales establecidos en la Tabla 15.



Tabla 15. Perfiles nutrimentales para la declaración nutrimental complementaria

	Energía	Azúcares	Grasas saturadas	Grasas trans	Sodio
Sólidos en 100g de producto	≥ 275 kcal totales	≥ 10% del total de energía proveniente de azúcares libres Se exceptúan del sello las bebidas con < 10 kcal de azúcares libres	≥ 10% del total de energía proveniente de grasas saturadas	≥ 1% del total de energía proveniente de grasas trans	≥ 350 mg Bebidas sin calorías ≥ 45mg
Líquidos en 100mL de producto	≥ 70 kcal totales o ≥ 10 kcal de azúcares libres				
Leyenda a usar	EXCESO CALORÍAS	EXCESO AZÚCARES	EXCESO GRASAS SATURADAS	EXCESO GRASAS TANS	EXCESO SODIO

Fuente: Modificación NOM-051-SCFI/SSA1-2010

La información nutrimental complementaria debe realizarse utilizando los sellos, según corresponda, (Figura 8).



Figura 8. Sellos de advertencia.

Objetivo particular 5.

Actividad 5.1. Prueba sensorial afectiva de preferencia.

Se propuso realizar una prueba sensorial afectiva a un grupo de 50 evaluadores (consumidores potenciales o habituales) a la tortilla desarrollada y una serie de muestras de diferentes marcas (Nopalia, Susalia y Azucena) de acuerdo con su opinión personal basada en la experiencia y acercamiento que ha tenido con estos productos para determinar su preferencia y posible competencia en el mercado, al obtener el porcentaje de personas que la ubican en cada una de las 4 posiciones (Figura 9).



Nombre: _____ Fecha: ____/____/____

Nombre del producto: _____

Ahora le voy a pedir que tome un par de tragos de agua para enjuagar cualquier sabor que pueda tener en la boca.

Frente a usted hay cuatro muestras de tortilla codificadas. Pruebe las muestras realizando un enjuague entre cada una e identifique con número del 1 al 4 en escala descendente siendo 1 el que más prefiere y 4 el que menos prefiere.

MUESTRAS R	CALIFICACIÓN
0364	_____
8371	_____
4886	_____

Comentarios:

¡Gracias!

Figura 9. Prueba de preferencia del producto final.

Objetivo particular 6.

Actividad 6.1. Estudio de vida útil.

Se propuso realizar un estudio de vida útil por medio de una prueba de ensayo de 6 puntos en condiciones normales de temperatura de almacenamiento (25° C) con intervalos de tiempo de muestreo iguales de una semana al prototipo seleccionado. Según Amaya (2006), la humedad reportada en tortillas de maíz blanco y amarillo varía entre 41%-45% por lo que se considera como un indicador en el estudio de vida útil, además se propuso realizar una prueba sensorial descriptiva de análisis a través del tiempo a los 7, 15, 30 y 60 días de su elaboración para evaluar el cambio en los atributos sensoriales de sabor, color, olor y textura los cuales se modifican a través del tiempo (Figura 10), el análisis microbiológico se propuso como el tercer indicador debido a que la proliferación de microorganismos modifica las características físicas, sensoriales y es causa de afecciones en la salud del consumidor.

La vida útil se propuso estimar de acuerdo con el periodo de tiempo en el que los límites de microorganismos indicadores de calidad sean superiores a los permisibles



y no se modifiquen los resultados de la prueba sensorial descriptiva de análisis a través del tiempo.

Nombre: _____					Fecha: ____/____/____				
Usted ha recibido una muestra para su evaluación de acuerdo con una escala que va del 1 al 10, siendo 1 el menos percibido y 10 percibido en su totalidad.									
Siga las instrucciones:									
1.- Cuando los atributos hayan sido identificados, escriba la clave de la muestra y asigne una calificación de acuerdo con la escala presentada colocando una X en la casilla correspondiente para cada atributo.									
Clave _____									
Color verde									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Olor herbáceo									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabor a maíz									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabor a nopal									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rollabilidad									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comentarios: _____									

Figura 10. Prueba descriptiva de análisis a través del tiempo.

Objetivo particular 7.

Actividad 5.1. Descripción de metodología de modelo Canvas.

Para la comercialización de la tortilla se desarrolló un plan de negocios utilizando el modelo Canvas.

El modelo Canvas sirve para identificar los aspectos esenciales de un modelo de negocio, presentándolos de forma estructurada, de manera tal que sea posible encontrar aquellas actividades que son relevantes, puntos de mejora, posibles alternativas al modelo existente, entre otros.

Actividad 5.2. Creación del lienzo de nueve bloques “Modelo Canvas”.

A través de sus 9 módulos se representan los componentes básicos de una buena organización, se puede visualizar la infraestructura, la oferta, los clientes y la situación financiera de un negocio. De esta manera, es posible reconocer las deficiencias y analizar el rendimiento, dichos módulos se enlistan a continuación y fueron descritos en el marco teórico en el punto 1.11.1 Módulos de un modelo de negocios.

1. Segmentos de mercado

2. Propuestas de valor



3. **Canales**
4. **Relaciones con clientes**
5. **Fuentes de ingresos**
6. **Recursos clave**

7. **Actividades clave**
8. **Asociaciones clave**
9. **Estructura de costes**



Capítulo 3: Resultados y análisis.

3.1 Actividades preliminares

Actividad preliminar 4: Análisis químico proximal a materia prima.

La composición química de las materias primas fue consultada en la literatura con el fin de ser de utilidad para el cálculo estimado de la composición final del producto, se presentan en Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 16. Composición química de masa amarilla de maíz blanco nixtamalizado.

Componente	% en 100g
Agua	57.21
Proteína	4.64
Carbohidratos	35.98
Lípidos	1.16
Fibra	0.41
Cenizas	0.6

Fuente: INCMNSZ, 2016.

Tabla 17. Composición química de nopal crudo

Componente	% en 100g
Agua	94.1
Proteína	1.32
Carbohidratos	1.15
Lípidos	0.09
Fibra	2.2
Cenizas	1.14

Fuente: USDA, 2019.

Tabla 18. Composición química de espinaca madura

Componente	% en 100g
Agua	92.4
Proteína	2.91
Carbohidratos	1.04
Lípidos	0.63
Fibra	1.6
Cenizas	1.42

Fuente: USDA, 2019.



Tabla 19. Composición química de cúrcuma

Componente	% en 100g
Agua	12.8
Proteína	9.68
Carbohidratos	44.49
Lípidos	3.25
Fibra	22.7
Cenizas	7.08

Fuente: USDA, 2019.

En la composición química de las materias primas prevalece un alto contenido de carbohidratos, fibra, proteína y cenizas.

En la masa de maíz nixtamalizado el alto contenido de carbohidratos se debe a que el endospermo del grano está constituido de almidón y azúcares sencillos como la glucosa, sacarosa y fructosa, razón por la cual se mostró que 35.98% de la composición total son carbohidratos.

Por su parte el nopal al ser una composición en fresco se observó alto contenido de agua al igual que la espinaca, seguido de la proteína y fibra, los tres como componentes mayoritarios en estas materias primas.

Finalmente, en la composición de cúrcuma se mostró un aporte considerable de carbohidratos y fibra, siendo la suma de estos más del 50% de la composición total.

3.2 Objetivos particulares

Actividad 1.1. Estudio de mercado del producto.

Se realizó la encuesta a 200 personas mayores de 18 años de ambos sexos en donde, 61 personas, es decir el 30.5% fue de sexo masculino y 139 personas, el 69.5 % fue de sexo femenino, (Figura 11), el rango de edades fue de 18 a 73 años, obteniendo un mayor número de respuestas por parte de la población de 22, 20 y 23 años, esto debido a que la difusión fue a través de redes sociales y a la red de contactos.



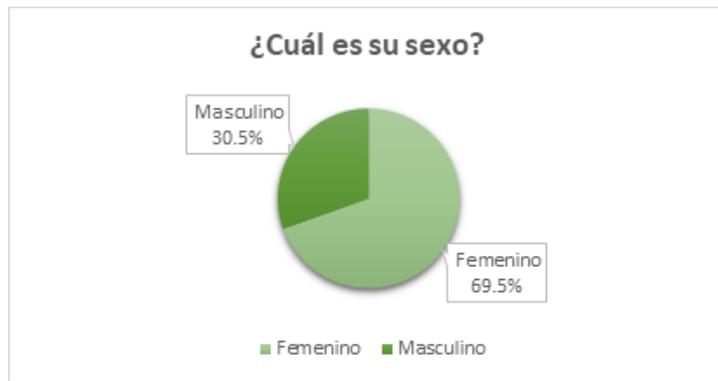


Figura 11. Sexo de personas encuestadas.

El maíz en México, que se consume principalmente en forma de tortillas, es considerado como un alimento básico en la dieta diaria de la población en todos los estratos sociales, el 99.5% de los encuestados consume tortilla, (Figura 12), y el 94% el tipo de tortilla que más consume es la tortilla de maíz, (Figura 13).

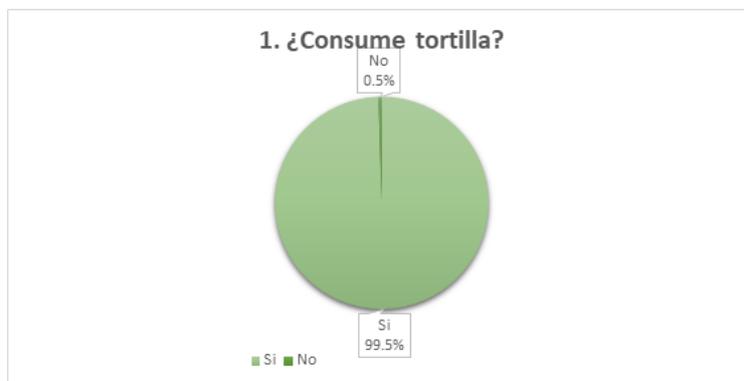


Figura 12. Consumo de tortilla.

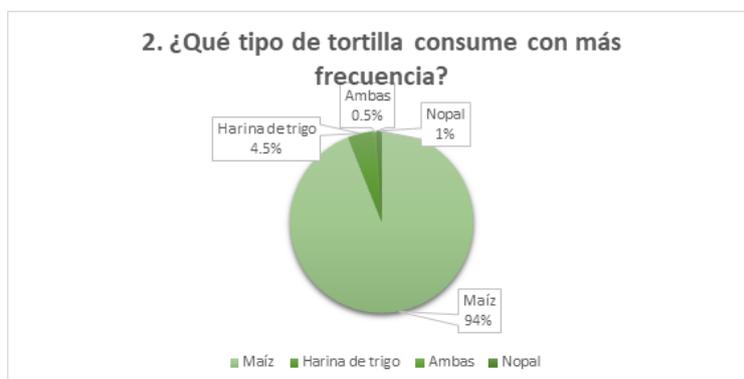


Figura 13. Tortilla que se consume con mayor frecuencia.



La frecuencia de consumo indica que el 68% de las personas encuestadas consumen diariamente tortilla de maíz, el 23.5 % tres veces por semana, el 5.5% una vez a la semana y el 3% menos de cuatro veces al mes y se relaciona con cuántas tortillas de maíz consume al día se comprueba que es un alimento básico en la dieta mexicana, (Figura 14) en este caso poco más de la mitad de las personas que respondieron consumen de 3 a 5 tortillas y el 18.5% más de 5, (Figura 15).

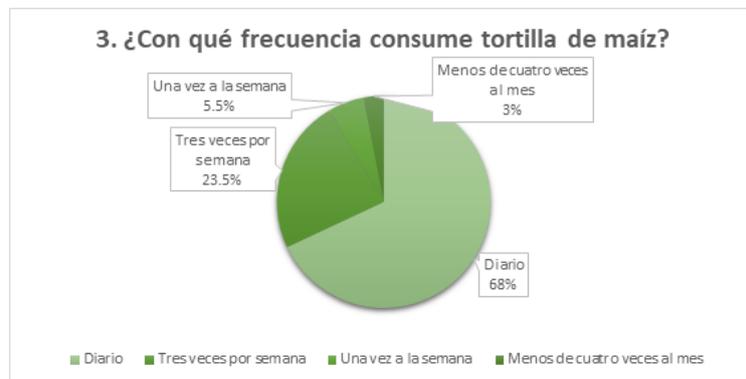


Figura 14. Frecuencia de consumo de tortilla de maíz.

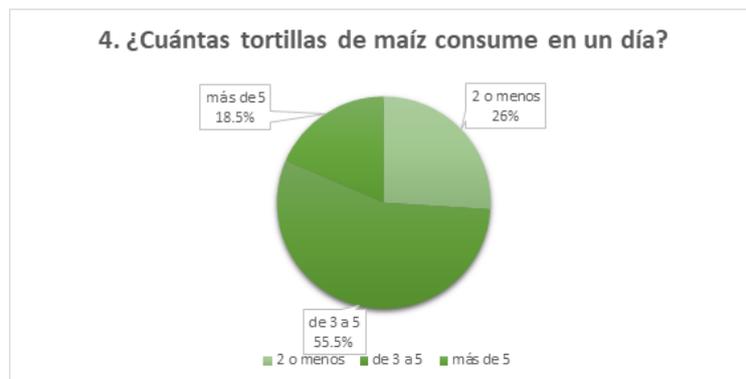


Figura 15. Tortillas que se consumen en un día.

De las 200 personas encuestadas el 87.5% conoce los beneficios del nopal, el 68.5% conoce los beneficios de la espinaca y tan solo el 23.5% conoce los beneficios de la cúrcuma, (Figura 16) por lo que se propone dar difusión del conocimiento de sus propiedades como una posible estrategia de marketing.



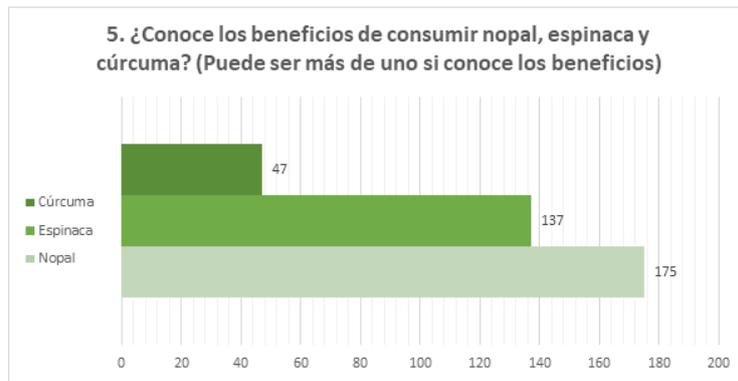


Figura 16. Beneficios de las materias primas.

Con este gráfico se aprecia que si bien este producto puede ser elaborado artesanalmente y para consumo propio también la competencia en el mercado ha tenido un gran impacto ya que el un 47% de la población encuestada ha probado un producto similar, (Figura 17).

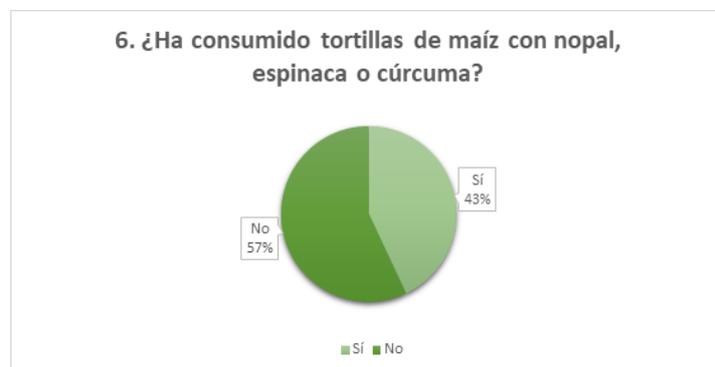


Figura 17. Consumo de tortilla con nopal, espinaca o cúrcuma.

Las características de este producto de canasta básica en orden de mayor a menor demanda en el mercado según los resultados son el sabor, textura, olor, capacidad de enrollar y color, estos últimos tan solo con una diferencia del 0.5%, siendo el sabor la característica sensorial principal en la que los consumidores se basan al momento de adquirir este tipo de producto alimenticio, (Figura 18).

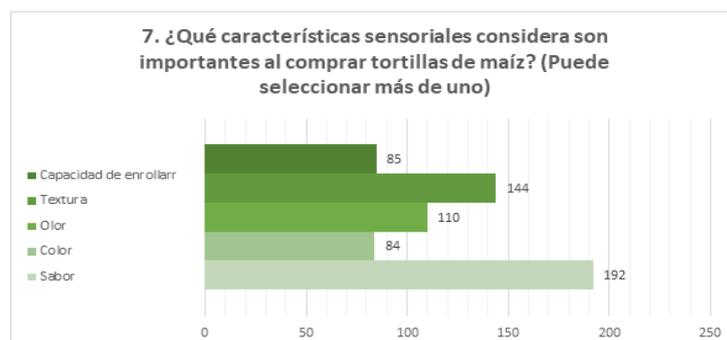


Figura 18. Características sensoriales importantes en tortillas de maíz.

Los resultados muestran que el consumidor está consciente del tamaño que tiene este tipo de producto y le resulta importante en su decisión de compra, (Figura 19).



Figura 19. Importancia del tamaño de la tortilla.

El aporte nutrimental resulta un factor determinante al momento de elegir un producto de este tipo, la preocupación por el bienestar está cobrando cada vez más relevancia. Los consumidores van buscando la salud física y mental y lo hacen, en gran parte, a través de la alimentación, (Figura 20).



Figura 20. Importancia del aporte nutrimental de la tortilla.

184 consumidores del grupo total de encuestados comprarían el producto con los conocimientos actuales del aporte nutrimental de los componentes, las 16 personas restantes podrían ser consumidores potenciales o bien detractores y se deberán tomar en cuenta para el desarrollo del producto, (Figura 21).





Figura 21. Decisión de compra del producto a desarrollar.

Actividad 1.2. Estudio de mercado de envase y empaque

Se realizó la encuesta a 201 personas mayores de 18 años de ambos sexos en donde, 87 personas, es decir el 43.3 % fueron de sexo masculino y 114 personas, el 56.7 % fueron de sexo femenino, (Figura 22) el rango de edades fue de 18 a 68 años, obteniendo un mayor número de respuestas por parte de la población de 22, 18 y 23 años, esto debido a que la difusión fue a través de redes sociales y a la red de contactos.



Figura 22. Sexo de personas encuestadas.

98 personas, cerca de la mitad del total de consumidores encuestados, es decir el 48.8% indican que el factor que más influye en su decisión de compra es el valor nutrimental del producto, (Figura 23) lo que representa una buena señal, ya que el producto en cuestión se dirige a personas con hábitos de alimentación saludables.

En segundo lugar, el factor que más influye es el precio de los productos alimenticios, 77 consumidores votaron por esta opción, esta respuesta se ve reflejada en la penúltima pregunta de la encuesta, ya que los consumidores se inclinaron por las



opciones más económicas; con un valor menos significativo tenemos la marca y el empaque, que fueron elegidos por 17 y 9 consumidores respectivamente.



Figura 23. Factor más importante en la decisión de compra.

Lo primero que llama la atención del empaque de un producto alimenticio es el producto en sí, 105 consumidores eligieron esta opción, seguido del diseño del empaque, con 58 consumidores de acuerdo, (Figura 24).



Figura 24. Característica que más llama la atención de un empaque.

El eslogan que más llamó la atención de los consumidores fue “La herencia de México”, con 129 consumidores de acuerdo, (Figura 25).





Figura 25. Decisión de slogan.

En cuanto al nombre del producto alimenticio, 152 consumidores se inclinaron por "Nexmalli", (Figura 26).



Figura 26. Decisión de marca.

El envase que a los consumidores les resulta más adecuado para tortillas de maíz con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma es la Bolsa de plástico tipo Ziploc, esto debido a su practicidad y a su posible reutilización, (Figura 27).

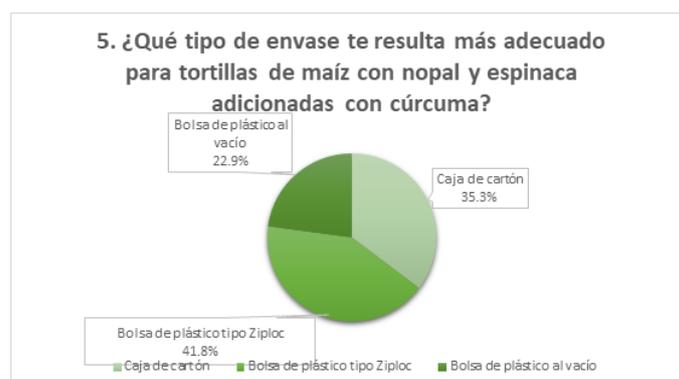


Figura 27. Decisión de envase.



Los colores del empaque y el diseño pueden intervenir en la decisión de compra de un producto.

Se incluyó una pregunta acerca de los colores del empaque del producto alimenticio y los consumidores se inclinaron hacia los tonos verdes, esto debido a la asociación de estos colores con las materias primas del producto y las tortillas con nopal en sí, prefieren la combinación de este color con tonos blancos, (Figura 28).

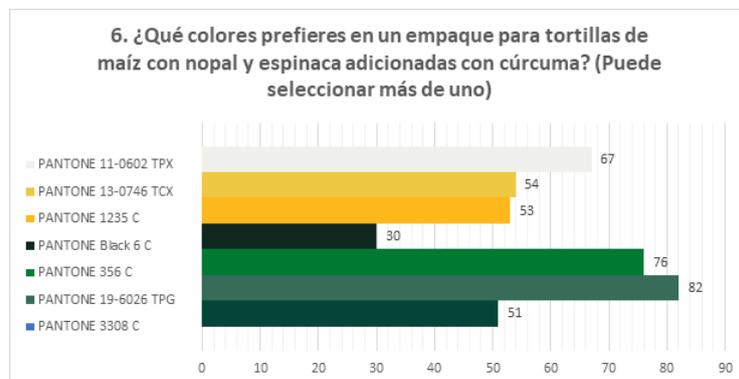


Figura 28. Decisión de colores.

Debido a la situación actual, 175 consumidores prefieren como vía de promoción el Internet según los resultados gráficos de la figura 29, ya que es una forma fácil y rápida de llegar a la población y hoy en día las tecnologías de la información y comunicación son una parte fundamental de nuestra vida.



Figura 29. Tipo de promoción atractiva para el lanzamiento de un producto.

Normalmente en el mercado existen tortillas de nopal y la mayoría presenta un contenido de 500 g de producto, en este caso la Figura 30 evidencia que mayoría de los consumidores, 121, se inclinan por esa presentación.





Figura 30. Presentación de producto.

De acuerdo con la Figura 31 la mayoría de los consumidores se inclinan a pagar menos de \$30.00 M.N por 500g de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionadas con cúrcuma, en el mercado el precio por esta misma cantidad de productos similares oscila entre los \$30.00 M.N y \$60.00 M.N.



Figura 31. Precio de producto alimenticio.

La figura 32 muestra que la distribución del producto alimenticio tiene preferencia en tiendas de autoservicio y tiendas de la esquina, ya que resulta ser el lugar más concurrido por los consumidores para realizar compras de la canasta básica.

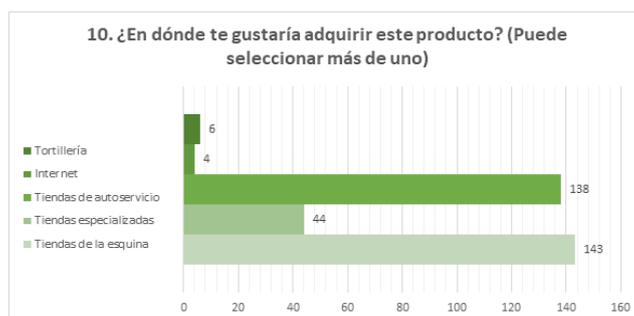


Figura 32. Distribución del producto.



Objetivo particular 2.

Actividad 2.3. Formulación de prototipos.

Como resultado del diseño factorial completo 3^2 en el software Minitab 19 resultaron 9 prototipos, variando las proporciones de masa de maíz nixtamalizado (70,76 y 80) y nopal (20,24 y 30), el resumen del diseño se puede ver reflejado en la Tabla 20 y las diferentes composiciones de los prototipos en la Tabla 21.

Tabla 20. Resumen de diseño obtenido de Minitab

Factores:	2	Réplicas:	1
Corridas base:	9	Total de corridas:	9
Bloques base:	1	Total de bloques:	1

Tabla 21. Prototipos obtenidos de Minitab

Prototipo	Masa de maíz nixtamalizado (%)	Nopal (%)
1	70	20
2	70	24
3	70	30
4	76	20
5	76	24
6	76	30
7	80	20
8	80	24
9	80	30

De los prototipos obtenidos en el software Minitab se descartaron aquellos en que la suma de las proporciones resultó mayor o inferior al 100% por lo que solo se tomaron en cuenta tres prototipos para la realización de su formulación, los prototipos 3, 5 y 7, la composición de cada una de sus materias primas se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22. Formulación de prototipos

Materia prima	Prototipo 3 (%)	Prototipo 5 (%)	Prototipo 7 (%)
Masa de maíz nixtamalizado	64	69	73
Nopal	27	22	18
Agua	6	6	6
Espinaca	2.98	2.98	2.98
Cúrcuma	0.02	0.02	0.02
Total	100	100	100



Actividad 2.4. Sustitución de la evaluación sensorial como parte de la selección de prototipo.

La selección del prototipo se basó tanto en el análisis de costos de producción para 500 gramos de tortilla (debido a que el estudio de mercado determinó esa presentación como la preferida por el consumidor), cómo en la composición química calculada, se eligió aquel prototipo con menor costo de producción y con mejor aporte nutricional.

Análisis de costos

Para elegir el prototipo primero se obtuvo el costo de elaboración de 500 g en la cual se incluyen todas las materias primas, el cálculo se realizó de acuerdo con su composición como se observa en la tabla 23.

Tabla 23. Costos variables para 500 gramos de tortilla de prototipos

Costo por 500g de tortilla (\$ MXN)				
Materia prima	Costo por kg	Prototipo 3	Prototipo 5	Prototipo 7
Masa de maíz nixtamalizado	19	6.08	6.56	6.94
Nopal	12	1.62	1.32	1.08
Espinaca	35	0.52	0.52	0.52
Cúrcuma	112	0.01	0.01	0.01
Total		\$ 8.23	\$ 8.41	\$ 8.55

Después de obtener el costo de materias primas se obtuvieron los costos fijos y variables de servicios mensuales de agua, luz y gas en un periodo de un mes y tomando en cuenta la producción que tiene normalmente la tortillería “Torti- Rica” ubicada en Tultepec se obtuvo el costo de servicios por medio kilogramo de tortilla, obteniendo así un costo de servicios de \$0.93 M.N el cual se muestra desglosado en la tabla 24.

Tabla 24. Costos fijos y variables de servicios

Costo de servicios				
Servicios	Cantidad pagada por mes (\$)	Cantidad de kilos producidos por mes (\$)	Costo por kilo (\$)	Costo por medio kilo (\$)
Agua	1,250.00	8800	0.14	0.07
Gas	14,400.00	8800	1.64	0.82
Luz	650.00	8800	0.07	0.04
Total			\$ 1.85	\$ 0.93



Una vez obtenidos los costos de servicios y producto se obtuvo el costo total sumando el costo de servicios y de envase el cual fue determinado de acuerdo con el estudio de mercado de envase (características y diseño) en \$ 10.00 M.N como se observa en la tabla 25.

Tabla 25. Costo total para 500 gramos de tortilla de prototipos

Costo por 500g de tortilla (\$ MXN)				
Materia prima	Costo por kg	Prototipo 3	Prototipo 5	Prototipo 7
Masa de maíz nixtamalizado	19	6.08	6.56	6.94
Nopal	12	1.62	1.32	1.08
Espinaca	35	0.52	0.52	0.52
Cúrcuma	112	0.01	0.01	0.01
Servicios	0.93	0.93	0.93	0.93
Envase	10	10	10	10
Total		\$ 19.16	\$ 19.34	\$ 19.48

Objetivo particular 3.

Actividad 3.1. Análisis químico proximal al prototipo seleccionado.

Para calcular la composición química de los prototipos primero se utilizaron las composiciones de cada materia prima obtenidas de la literatura como se observa en la tabla 26, en este caso se obtuvo la composición de la mezcla previa a la producción.

Tabla 26. Composición química de prototipos en 100 gramos de mezcla

Para 100g de mezcla para tortillas			
Componente	Composición prototipo 3 (g)	Composición prototipo 5 (g)	Composición prototipo 7 (g)
Agua	70.78	68.93	67.46
Proteína	3.41	3.58	3.71
Carbohidratos	23.38	25.12	26.51
Lípidos	0.79	0.84	0.88
Fibra	0.91	0.82	0.75
Cenizas	0.74	0.71	0.69
Total	100	100	100

Después se estableció una humedad promedio de 45% tomando en cuenta la pérdida de humedad durante el proceso en la máquina tortilladora y la composición química de la competencia y se realizó el cálculo con base al contenido de humedad establecido el cual se muestra en la tabla 27.



Tabla 27. Composición química de prototipos de tortilla

Composición química de tortilla			
Componente	Composición prototipo 3 (g)	Composición prototipo 5 (g)	Composición prototipo 7 (g)
Agua	45	45	45
Proteína	6.43	6.34	6.28
Carbohidratos	44	44.47	44.81
Lípidos	1.48	1.49	1.49
Fibra	1.71	1.45	1.26
Cenizas	1.38	1.25	1.16
Total	100	100	100

En la Tabla 27 se muestra que el prototipo 3 contiene mayor cantidad de proteína y fibra, respecto a los prototipos restantes además de una menor cantidad de carbohidratos y lípidos.

Actividad 3.2 Análisis de composición química y costos de prototipos con respecto a marcas comerciales

La comparación de la composición química de los prototipos con las marcas comerciales se presenta en la Tabla 28 la cual muestra que en el prototipo tres el contenido de proteína es 2% superior con respecto a las tres marcas con las que se comparó y el contenido de carbohidratos es hasta 10% menor en comparación con las tortillas de la marca Susalia, misma que además presenta 1.12% más lípidos en su composición.

Tabla 28. Tabla comparativa de composición química de prototipos y marcas comerciales

Composición química de tortilla						
Componente	Composición prototipo 3 (g)	Composición prototipo 5 (g)	Composición prototipo 7 (g)	Composición marca "Nopalía"	Composición marca "Susalia"	Composición marca "Azucena"
Agua	45	45	45	40	49.2	46
Proteína	6.43	6.34	6.28	4	4.2	4.3
Carbohidratos	44	44.47	44.81	48	34	43.5
Lípidos	1.48	1.49	1.49	-	2.6	-
Fibra	1.71	1.45	1.26	8	10	6.2
Cenizas	1.38	1.25	1.16	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100



La comparación de costos de prototipos y productos comerciales se presenta en la Tabla 29 en donde los costos son los correspondientes a una presentación de 500 g para todos los productos. Se observa que el costo de elaboración del prototipo 3 es el de mayor beneficio para reducir el costo de producción al comercializar el producto y respecto a las marcas comerciales Nopalía, Susalia y Azucena representaría una rentabilidad del 23% si se oferta a un precio de \$25.00 M.N.

Tabla 29. Tabla comparativa de costos de prototipos y marcas comerciales

Costo de tortilla en una presentación de 500g (\$MXN)					
Prototipo 3	Prototipo 5	Prototipo 7	Marca "Nopalía"	Marca "Susalia"	Marca "Azucena"
\$19.16	\$19.34	\$19.48	\$27	\$30	\$30.50

Objetivo particular 4.

Actividad 4.1. Selección del tipo de envase.

Los productos de este tipo se deben envasar en recipientes elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto y alteren las características físicas, químicas y sensoriales.

Se seleccionó un envase primario de polipropileno transparente de 25x25 cm que contuviera 500g de tortilla, para que fuera visible a través de la superficie la cual al ser sellada al vacío mantendrá la frescura y bloqueará de humedad y oxígeno creando una barrera hermética para poder refrigerar, siendo así un material que, de acuerdo con sus características, puede conservar las propiedades organolépticas y microbiológicas además de ser amigable con el medio ambiente, al ser una bolsa resellable permeable, flexible y con alta resistencia al rasgado hace más conveniente su uso para poder reutilizar hasta que se termine el producto.

Actividad 4.2. Diseño de la etiqueta del producto.

Para la elaboración de etiqueta es necesario declarar la información nutrimental con base en las especificaciones de la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, por tal motivo se realizó la tabla de declaración nutrimental que se muestra en la Figura 39, utilizando los valores estimados con



ayuda de la composición química de las materias primas encontrada en la literatura para el producto final.

Actividad 4.2.1 Cálculo nutrimental

La cantidad de energía que debe declararse debe calcularse utilizando los factores de conversión especificados en la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Tabla 30.

Tabla 30. Cálculos de contenido energético para el prototipo seleccionado por 100g.

Componente	Contenido energético por gramo	Composición química del prototipo seleccionado	Contenido energético de prototipo seleccionado
Hidratos de carbono disponibles	4 kcal/g-17 kJ/g	44g	176 kcal
Proteínas	4 kcal/g-17 kJ/g	6.43g	25.72 kcal
Grasas	9 kcal/g-37 kJ/g	1.48	13.32 kcal
Total			215.04 kcal

Figura 33. Declaración nutrimental

DECLARACIÓN NUTRIMENTAL	
CONTENIDO ENERGÉTICO	POR 100g 215.04Kcal
PROTEÍNAS	6.43 g
GRASAS TOTALES	1.48 g
GRASAS SATURADAS	0 g
GRASAS TRANS	0 mg
HIDRATOS DE CARBONO DISPONIBLES	44 g
AZÚCARES	0 g
AZÚCARES AÑADIDOS	0 g
FIBRA DIETÉTICA	1.71 g
SODIO	mg

De acuerdo con lo establecido en la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 la etiqueta del producto debe contener lo siguiente:

- Nombre o denominación de los productos preenvasados
- Contenido neto
- Lista de Ingredientes
- Declaración nutrimental
- Sistema de etiquetado frontal
- Lote
- Fecha de consumo preferente



Las etiquetas de los productos preenvasados deben fijarse de manera tal que permanezcan disponibles hasta el momento del consumo en condiciones normales, y deben aplicarse por cada unidad, envase múltiple o colectivo.

Los datos que deben aparecer en la etiqueta deben indicarse con caracteres claros, visibles, indelebles y en colores contrastantes, fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y uso.

El logotipo de la etiqueta, (Figura 34), está diseñado con el modo como en la cultura prehispánica mexicana hacía sus dibujos, de forma robusta y geométrica. Se utilizó al águila, el animal más característico de México es libertad y naturalidad.

Figura 34. Logotipo.



El nombre de Nexmalli surge de la principal operación unitaria del proceso para elaborar tortillas de maíz tradicionales, nixtamalización, en náhuatl nextamalli.

El consumo de tortilla no ha desaparecido desde tiempos ancestrales y va de generación en generación, incluso en los lugares más Recoditos de México la gente las elabora a mano y sigue un proceso tradicional, es parte de una herencia ancestral en nuestro país y totalmente representativa del mismo.

El color verde en la etiqueta representa la naturaleza y esencia del producto, como el nopal, el amarillo por esencia es vida, le da color a la composición y es el tono del maíz, el gris es un color neutral, para darle un contraste a los demás colores, se utiliza como un resaltador.

La propuesta final de la presentación y etiqueta de las tortillas de maíz nixtamalizado con nopal y espinaca adicionados con cúrcuma se muestra en la Figura 35.



Figura 35. Etiqueta propuesta.



Objetivo particular 7.

Actividad 5.1. Descripción de metodología de modelo Canvas.

1. Segmentos de mercado

Las tortillas de maíz forman parte de la dieta básica de la población mexicana, siendo este el principal motivo de consumo masivo, sin embargo, características como el sabor, textura y el aporte nutrimental son las más apreciadas por el público objetivo de 20 a 75 años, incluyendo nichos de público de 20 a 30 años preocupados por el consumo de alimentos funcionales. Lo que nos posiciona como una propuesta viable para un espectro amplio de consumidores, ya que además de figurar como un producto de alto nivel de consumo sus atributos sensoriales y aporte funcional lo hacen preferencial sobre otras marcas que elaboran productos similares.

2. Propuestas de valor

Los cambios en el ritmo de vida y hábitos han generado una mayor oferta de productos alimenticios en el mercado, como una forma de atender las necesidades



de las personas que muestran mayor propensión a consumir alimentos novedosos, confiables, sanos, personalizados y que preserven los recursos naturales (Caballero, 2013). Como respuesta a este perfil se tienen tortillas elaboradas con materias primas que modifican el aporte nutrimental con respecto al producto tradicional y que además mayoritariamente son producidos en el país en grandes cantidades, maximizando su valor al no existir un producto igual en el mercado.

3. Canales

Los canales pueden ser de comunicación, distribución y venta, los primeros son aquellos que utilizamos para hacer que se reconozca masivamente el producto entre el público y aunque sabemos que actualmente medios como las redes sociales son lo más utilizado no debemos dejar de lado aquellos tradicionales como los comerciales de televisión, carteles y espectaculares en puntos visuales estratégicos ya que el público objetivo es de amplio espectro, motivo por el cual todos los antes mencionados serán parte de los canales de comunicación que se utilizarán.

En cuanto a los canales de distribución se utilizarán medios de transporte como paquetería en el caso de ventas por internet, y camionetas con sistema de refrigeración para el abastecimiento de establecimientos como tiendas de autoservicio, especializadas y de conveniencia, ya que son lugares de fácil acceso para los consumidores.

Para la maximización de venta se contará con tortillerías que ofrezcan directamente al consumidor el producto elaborado al día.

4. Relaciones con clientes

La relación personal con el cliente es de las más valoradas, por lo que esta se dará en las tortillerías establecidas, tiendas de conveniencia y especializadas, sin embargo, también se contará con una relación automatizada en tiendas de autoservicio y venta por plataforma de internet ya que se se cuenta con segmentos del público con una preferencia por la adquisición de productos con contacto reservado.

Se utilizarán las redes sociales para actualizar información de valor acerca de la funcionalidad del producto, de esta manera hay una comunicación más accesible para el cliente y su interacción con la empresa bajo las nuevas modalidades de comunicación.



En cuanto a los puntos de venta fijos se ofrecerán carteles con información actualizada sobre los beneficios del producto, para incentivar las ventas, además de encuestas de satisfacción por medio de plataformas digitales.

5. Fuentes de ingresos

La fuente de ingreso de la empresa se basa en la venta de paquetes de medio kilogramo de tortilla de maíz con nopal, espinaca y cúrcuma por un precio de \$28 MXN.

Para determinar el precio se analizaron los resultados del estudio de mercado realizado previamente, en el cual se presentaron precios promedio de marcas diferentes que ofrecen productos similares, esto con el objetivo de establecer un precio competitivo.

6. Recursos clave

Los recursos clave en la empresa serán tanto físicos como intelectuales, ya que se tendrá capacitación constante del personal de venta acerca de los beneficios nutrimentales de cada una de las materias primas siendo de nuestro conocimiento previo con el estudio de mercado que sólo el 23.5% de nuestro público objetivo conoce el aporte de la cúrcuma como alimento. En el caso de los recursos físicos se contará con maquinaria fabricada con materiales de grado alimenticio, así como con la eficiencia de producción para satisfacer la demanda actual del mercado.

Además de la certeza que nuestro producto será elaborado con masa que cumpla las especificaciones de calidad establecidas en la NOM-187-SSA1/SCFI-2002 además de utilizar siempre nopal y espinaca calidad México 1, obteniendo así productos de calidad.

7. Actividades clave

La inspección y mejora continua en el proceso de elaboración del producto, la ubicación de tortillerías en zonas donde se promueve el consumo de productos saludables y el marketing en redes sociales son las actividades que le empresa priorizará para ofrecer una propuesta de valor.

8. Asociaciones clave



El trabajo en alianza con tiendas especializadas de productos con beneficios para la salud le dará a la empresa el reconocimiento en este nicho, promoviendo el producto y ampliando el mercado objetivo debido a la localización de estas y el poder adquisitivo de sus clientes.

Campañas publicitarias con marcas reconocidas que ofrecen productos saludables.

9. Estructura de costes

El costo total de medio kilo de tortillas de nopal con espinaca adicionada con cúrcuma como producto terminado está conformado por el costo de los servicios de agua luz y gas, además del costo del envase de polipropileno para el sellado al vacío y el costo de medio kilo de producto.

- Costo de servicios por medio kilo de tortilla \$ 0.93
*Con una producción mínima de 180 kilos.
- Costo de envase \$10 (Envase de plástico bolsa tipo ziploc)
- Costo de medio kilo de tortilla de nopal con espinaca y cúrcuma \$8.23



Actividad 5.2. Creación del lienzo de nueve bloques “Modelo Canvas”.

<p>Asociaciones clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo en alianza con tiendas especializadas de productos con beneficios para la salud 	<p>Actividades clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis del proceso productivo Ubicación de tortillerías en zonas donde se promueve el consumo de productos saludables Marketing a través de las redes sociales 	<p>Propuestas de valor</p> <ul style="list-style-type: none"> Opción de presentación fresco y en envase al vacío Alimento innovador Materias primas saludables y con gran producción en el país Aporte nutrimental superior al producto tradicional 	<p>Relaciones con clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> Actualización de información de valor acerca de la funcionalidad del producto a través de las redes sociales Uso de carteles para difusión de información en puntos de venta fijos Encuestas de satisfacción 	<p>Segmentos de mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumidores preocupados por una alimentación saludable Veganos Vegetarianos Consumidores con indicaciones médicas Fitness
	<p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacitación constante del personal Maquinaria fabricada con materiales de grado alimenticio Eficiencia de producción para satisfacer la demanda actual del mercado Producto elaborado con materias primas que cumplen las especificaciones de calidad 		<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> Información vía redes sociales, televisión, carteles y espectaculares <ul style="list-style-type: none"> Ventas por internet Ventas directas en tiendas de autoservicio, especializadas y de conveniencia Tortillerías con producto del día 	
<p>Estructura de costes</p> <ul style="list-style-type: none"> Costo de servicios por medio kilo de tortilla \$ 0.93 *Con una producción mínima de 180 kilos. Costo de envase \$10 (Envase de plástico bolsa tipo ziploc) Costo de medio kilo de tortilla de nopal con espinaca y cúrcuma \$8.23 			<p>Fuentes de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> Fijación del precio de producto de \$28 por paquete de 500g 	

Tabla 31. Lienzo “Modelo Canvas”.



Conclusiones.

El estudio de mercado nos mostró que más del 50% de los consumidores conoce los beneficios del nopal y la espinaca en la salud además de que el 70% es consciente del aporte nutrimental de los productos que consume y tiene una preferencia por los alimentos saludables por lo que el producto es atractivo al mercado meta, el cual a su vez en el estudio de mercado del envase eligió un envase de plástico tipo ziploc, resaltando la preferencia por presentación de 500g con costo de \$25.00M.N a \$35.00 M.N.

Al realizar el cálculo de composición química de los prototipos se encontró que el prototipo 3 tiene mayor contenido de proteínas 6.43% y un contenido de carbohidratos inferior que las marcas comerciales razones que hacen al producto posicionarse como una alternativa en la alimentación saludable, tiene de 1.98 a 2.43% más de proteína que marcas similares en el mercado con las que fue comparada en la Tabla 28.

El análisis de costos muestra que el prototipo 3 tiene un costo total de \$19.16 M.N que de acuerdo con el costo de preferencia en la encuesta tendría una rentabilidad del 23% hasta un 45%. El prototipo 3 cumple con las características de composición y precio que el mercado meta establece y es de 29% a 37% más barato comparándolo con marcas similares en el mercado con las que fue comparada en la Tabla 29.

El envase fue diseñado de tal manera que el material presente alta resistencia a las diversas etapas del proceso, ofrezca la protección adecuada para impedir el deterioro del producto y evitar la contaminación, facilitando así su manipulación, almacenamiento y distribución.

Se seleccionó una bolsa resellable de polipropileno transparente de 25x25 cm para 500g de tortilla, de esta manera se consigue que el producto sea visible a través de la superficie.

El modelo Canvas establece que el análisis del proceso, la ubicación estratégica y el marketing son actividades clave que combinadas con la calidad del producto, la capacitación constante del personal y el uso de maquinaria eficiente permiten hacer llegar nuestro producto con un precio fijo basado en el análisis de una estructura de costos fijos y variables al mercado meta mediante ventas directas e indirectas con el



cual se plantea una relación basada en la difusión de información del producto mediante medios masivos de comunicación que promueven el aporte nutrimental dado por las materias primas utilizadas y envase como propuesta de valor.

El desarrollo de tortillas de maíz nixtamalizado con nopal, espinaca y adicionadas con cúrcuma es viable ya que la población mexicana es potencial consumidor de tortilla de maíz y aunque es un producto nuevo y genera incertidumbre en el consumidor es un producto que debido a su aporte nutrimental figura como una alternativa saludable.



Referencias.

1. Adama. (2021). <https://adama.com.mx/products/tortillas-de-nopal>
2. Agua, B., Arenas, J., Fernández, P., Gutiérrez, E., Guzmán, H., Herrera, G., Palacios, A., Pons, J., Rodríguez, M. y Rojas, I. (2007). Mecanismos y bases de la resistencia a insectos. *Cereal Chemical*, 84(1), 186-194.
3. Aguilar, C. N.; Rodríguez, H. R.; Saucedo, P. S. y Jasso, C. D. (2008). *Fitoquímicos Sobresalientes del Semidesierto mexicano: de la planta a los químicos naturales y a la biotecnología*. Ed. Path Design Saltillo, Coahuila, México. 579 p.
4. Aguilar, J. (2012). *Métodos de conservación de alimentos*. Red Tercer Milenio
5. Amaya-Guerra C, Serna-Saldívar SO, Alanis-Guzman MG. (2006). Soybean fortification and enrichment of regular and quality protein maize tortillas affects brain development and maze performance of rats. *British Journal of Nutrition* 96: 161-68
6. Anzaldúa, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial ACRIBIA, S.A.
7. AOAC 960.52, (1998)., *Elemental Análisis / Nitrógeno, Oficial Métodos de análisis de la Asociación de Oficiales Agrarios*.
8. Aparicio, M., Arámbula, G., Cruz, E., y Jiménez J. (2012). Características del grano, masa y tortilla producida con diferentes genotipos de maíz del trópico mexicano. *Universidad y ciencia*, 42(2), 1-8
9. Arias, L., Espinosa, L., Fuentes, L., Garzón, C., Gil, R., Jiménez, J., Niño, N. y Rodríguez, M. (2010). *El cultivo de la espinaca y su manejo fitosanitario en Colombia*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
10. Armstrong, G. M., & Kotler, P. (2013). *Marketing: An Introduction*. Prentice Hall.
11. Astiasarán, I y Martínez, J. A. (1999). *Alimentos, composición y propiedades*. McGraw-Hill. <http://fisiogenomica.com/assets/Blog/pdf/Alimentos-Composicion-y-Propiedades.pdf>
12. Ballinas, L. M., Morales, D., Nervéz, V. G., Y Torres, R. L. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal, 5(6), 1129-1142.



13. Barón, M., Cervantes, M., Morón, N., y Pérez S. (2017). Evaluación del potencial antioxidante en extracto de espinaca por voltamperometría cíclica. *Ion*, 30(2), 99-105.
14. Benavides, A., Hernández, R. E., Ramirez, H. y Sandoval, A. (2010). Tratado de Botánica Económica Moderna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. ISBN: 968844-050-7.
15. Bengmark, S., Mesa, M.^a D., & Gil, A. (2009). Salud derivada de plantas: los efectos de la cúrcuma y los curcuminoides. *Nutrición Hospitalaria* , 24 (3), 273-281.
16. Bensadón, S.; Hervert- Hernández, D.; Sáyago- Ayerdi, S. G. and Goñi, I. (2010). By-products of *Opuntia ficus-indica* as a source of antioxidant dietary fiber. *Plant Food Hum. Nutr.* 65:210-216.
17. Berger, H., Corrales, J., Galletti, L., García, V., Higuera, I., Mondragón C., Rodríguez, A., Sáenz C., Sepúlveda, E., y Varnero, M. (2006). Utilización Agroindustrial del nopal. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120301/Utilizacion-agroindustrial-del-nopal.pdf>
18. Chavero, A. (1962). México a Través de los Siglos: Historia Antigua y de la Conquista. (1). <https://www.cervantesvirtual.com/obra/mexico-a-traves-de-los-siglos-historia-general-y-completa-tomo-1-historia-antigua-846420/>
19. Chávez, J. y Guzmán, D. (2007). Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus- indica*) para el consumo humano, 73(1),41-45.
20. Chuck, C., García, S. y Serna, O. (2019). Maíz: Química y Tecnología. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/pii/B9780128119716000061>
21. Cong, M., Martínez, R., Piña, H. H., Ramírez, B., Rodríguez, R., Rojo, G. E. y Vaquera, H. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos, 10(6), 151-173.
22. Cornejo, M., Hernández, B., Lira, C., Palacios, A., Rodríguez, M. y Rojas, I. (2007). Caracterización fisicoquímica de hojas de nopal (*opuntia ficus indica*) y polvos de nopal seco al vacío en función de la maduración. *Alimentos vegetales hum nutrition*, 62, 107-120.
23. De Agricultura Y Desarrollo Rural, S. (s. f.). El INEGI y Agricultura presentan los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019. gov.mx.



- <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/el-inegi-y-agricultura-presentan-los-resultados-de-la-encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019?idiom=es>
24. De Los Angeles Aguilera-Barreiro, M., Rivera-Márquez, J. A., Trujillo-Arriaga, H. M., Orozco, J. a. T. Y., Barreira-Mercado, E., & Rodríguez-García, M. E. (2013). Intake of dehydrated nopal (*Opuntia ficus indica*) improves bone mineral density and calciuria in adult Mexican women. *Food & Nutrition Research*, 57(1), 19106. <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.19106>
 25. Departamento de agricultura de E.E.U.U. (2019). Resultados de búsqueda, Espinacas, crudas. Central de datos alimentarios. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168462/nutrients>
 26. Departamento de agricultura de E.E.U.U. (2019). Resultados de búsqueda, Nopales. Central de datos alimentarios. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168571/nutrients>
 27. Departamento de agricultura de E.E.U.U. (2019). Resultados de búsqueda, Polvo de cúrcuma. Central de datos alimentarios. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/688962/nutrients>
 28. Espejel-García, María V., Mora-Flores, José S., García-Salazar, José A., Pérez-Elizalde, Sergio, & García-Mata, Roberto. (2016). Caracterización del consumidor de tortilla en el Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 371-384.
 29. Estrategia aduanera. (2021). Nopal mexicano conquista nuevos mercados. <https://www.estrategiaaduanera.mx/nopal-mexicano-conquista-nuevos-mercados/>
 30. Fischer, D. L. V. L. E., y Espejo, C. J. (2017). *Mercadotecnia* (5a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
 31. Feugang, J. M.; Konarski, P.; Zou, D.; Stintzing, F. C. and Zou, C. (2006). Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Front. Biosci.* 11:2574-2589.
 32. Freire, R., y Vistel, M. (2015). Caracterización fitoquímica de la Cúrcuma Longa L, 27(1), 9-18.
 33. Hediger, M., Katz, S., y Valleroy, L. (1974). Técnicas tradicionales de procesamiento de maíz en el nuevo mundo, 184(4138), 765-773.
 34. INEGI. (2020). El INEGI y la SADER presentan los resultados de la encuesta nacional agropecuaria (ena) 2019. Comunicado de



prensanúm.481/20.<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/ENA/Ena2019.pdf>

35. Inungaray MLC, Munguía AR. (2013) Vida útil de los alimentos. Rev Iberoam Cienc Biol y Agropec: CIBA; 2(3):32-56. 4.
36. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. (2016). Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. https://www.incmnsz.mx/2019/TABLAS_ALIMENTOS.pdf
37. Lees, R. (1989). Análisis de los alimentos. Acribia.
38. Mauricio SRA, JD Figueroa C, S Taba, ML Reyes V, F Rincón S, A Mendoza G (2004) Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. Revista Fitotecnia Mexicana 27: 213-222.
39. Mestre, M. S., Villar, F. J. V., & Del Carmen Sánchez Guzmán, A. (2014). Fundamentos de Mercadotecnia. Grupo Editorial Patria.
40. Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria.
41. Moreno, M. E. (1996). El maíz y las aflatoxinas, la industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología, México, PUAL-UNAM. 139-145.
42. Nair, K. P. P. (2013). The Agronomy and Economy of Turmeric and Ginger. Elsevier Gezondheidszorg. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07514-2>
43. NOLLET, M. L. (1996). Manual de análisis de alimentos. New York: M. Dekker.
44. Nopal mexicano conquista nuevos mercados. (2021). Estrategia Aduanera. <https://www.estrategiaaduanera.mx/nopal-mexicano-conquista-nuevos-mercados>
45. Norma Mexicana. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
46. Norma Mexicana. NMX-FF-068-SCFI-2006, Hortaliza fresca - nopal verdura (Opuntia spp.) – Especificaciones.
47. Norma Oficial Mexicana NOM-FF-50-1982, Productos alimenticios no industrializados para uso humano - hortalizas en estado fresco - espinaca.
48. Norma Mexicana. NMX-F-083-1986, Alimentos, Determinación de humedad en productos alimenticios.
49. NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.



50. NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
51. NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
52. NORMA Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
53. NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
54. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2006). Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 162. <https://www.fao.org/3/a0534s/a0534s.pdf>
55. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. <https://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>
56. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
57. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
58. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. OSF.
59. Paredes-López, O.–Guevara-Lara, F.–Bello-Pérez, L. A. (2008). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. Ciencias 92-93. pp.60-70.
60. Pearson, D. (1993). Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Acribia, S.A.
61. Pighín, F. y Rossi, A. (2010). Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: contenido de vitamina C pre y post cocción. Revista chilena de nutrición, 37(2), 201-207.



62. Pinkava, D.J., Parfitt, R.D., Baker, M.A. & Worthington, R.D. (1992). Chromosome number in some cacti of North America VI, with nomenclatural changes. *Madroño*, 39:98-113.
63. Procuraduría Federal del Consumidor. (2020). Orienta Profeco a consumidores sobre aplicación de nuevo etiquetado. <https://www.gob.mx/profeco/prensa/orienta-profeco-a-consumidores-sobre-aplicacion-de-nuevo-etiquetado>
64. Puffing como un proceso novedoso para mejorar las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de *Curcuma longa* L. *Antioxidantes*, 8 (11) (2019) , pág. 506 , [10.3390 / antiox8110506](https://doi.org/10.3390/antiox8110506)
65. Reglamento de Ejecución (UE) 2017/1274 de la Comisión, de 14 de julio de 2017, por el que se aprueba el cloro activo liberado de hipoclorito de calcio como sustancia activa existente para su uso en biocidas de los tipos de producto 2, 3, 4 y 5.
66. Rooney, L. W., y Serna-Saldivar, S. O. (2017). Tortillas: Wheat Flour and Corn Products. *AACC International*, 13(1), 1-28. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06190-1>
67. Saiz, P. (2014). Cúrcuma I (cúrcuma larga L.). *Serie botánica*, 7 (2), 84-99.
68. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). Mitos y realidades de la espinaca. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mitos-y-realidades-de-la-espinaca>
69. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). El cultivo de nopal verdura en la Ciudad de México. <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/el-cultivo-de-nopal-verdura-en-la-ciudad-de-mexico?idiom=es>
70. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Crece en México el consumo y producción de nopal: Agricultura. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crece-en-mexico-el-consumo-y-produccion-de-nopal-agricultura?idiom=es>
71. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). Maíz, cultivo de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico>
72. Serna-Saldívar S.O. M.H. Gómez and L.W. Rooney. 1990. Technology, chemistry and nutritional value of alkaline-cooked corn products. Cap. 4. In: *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. X., Y. Pomeranz(ed). P.243-307. American Association of Cereal Chemistry. St, Paul MN.



73. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Somos noveno productor de hortalizas a nivel mundial. Obtenido de SIAP: <https://www.gob.mx/siap/articulos/somos-noveno-productor-de-hortalizas-a-nivel-mundial>
74. SIAP. (2023). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de SIAP: <https://www.gob.mx/siap/articulos/y-el-nopal-ingreso-en-la-dieta-simbolica-y-real-de-los-mexicanos>
75. Soria Sánchez, G., & Palacio Muñoz, V. H. (2014). El Escenario Actual de la Alimentación en México. Textos & Contextos (Porto Alegre), 13(1), 128-142.
76. Van, L. N., Lebon, Y., y Durand-Mégret, B. (2014). La caja de herramientas... mercadotecnia. Grupo Editorial Patria.
77. Velayudhan K.C. , Muralidharan V.K. , Amalraj V.A. , Gautam P.L. , Mandal S.K. (1999). Curcuma Genetic Resources, Monografía científica No 4 , Oficina Nacional de Recursos Fitogenéticos , Nueva Delhi pag. 149
78. Wal-Mart de México, S. de R. L. de C.V. (2021). <https://super.walmart.com.mx/ip/tortillas-de-nopal-nopalita-500-g/00750300870815>
79. Wal-Mart de México, S. de R. L. de C.V. (2021). <https://super.walmart.com.mx/ip/tortillas-con-nopal-senor-cactus-original-500-g/00750300481801>
80. Witkin, J. M. y Li, X. (2013). Curcumin, an active constituent [sic] of the ancient medicinal herb Curcuma longa L.: some uses and the establishment and biological basis of medical efficacy. CNS Neurol Disord Drug Targets , 12(4):1-11.

