



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**Pasta funcional tipo fettuccini a base de harina compuesta
de frijol (*Phaseolus leptostachyus*) y yuca (*Manihot
esculenta Crantz*) libre de gluten.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERIA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A:

REYES LÓPEZ DANIELA

ASESORA

I.B.Q. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2021



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 EXÁMENES PROFESIONALES**

U.N.A.M.
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**
SUPERIORES CUAUTITLÁN

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**



**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

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.**

Pasta funcional tipo fetuccini a base de harina compuesta de frijol (*Phaseolus leptostachyus*) y yuca (*Manihot esculenta Crantz*) libre de gluten.

Que presenta la pasante: **Daniela Reyes López**

Con número de cuenta: **414078493** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería 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 26 de Febrero de 2020.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	Dra. Carolina Moreno Ramos	
SECRETARIO	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
1er. SUPLENTE	L.A. Ma. del Consuelo Molina Arciniega	
2do. SUPLENTE	I.Q. Daniel Mauricio Vicuña Gómez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga*

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	13
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.....	14
1.1 FRIJOL BAYO.....	14
1.1.1 ORIGEN.....	15
1.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRICIONAL.....	17
1.1.3 BENEFICIOS.....	17
1.1.4 COMPUESTOS ANTI NUTRICIONALES.....	18
1.1.5 PRODUCCIÓN DEL FRIJOL EN MÉXICO.....	19
1.1.6 IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	20
2.1 YUCA.....	22
2.1.1 INFORMACIÓN NUTRICIONAL.....	23
2.1.2 USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	24
2.1.3 PRODUCCIÓN EN MÉXICO.....	24
3.1 ADITIVOS ALIMENTICIOS.....	25
3.1.1 VENTAJAS TECNOLÓGICAS Y BENEFICIOS PARA EL CONSUMIDOR.....	25
3.1.2 GOMAS.....	26
3.1.3 GOMA XANTANA.....	27
3.1.4 LECITINA DE SOYA.....	27
4.1 PASTAS ALIMENTICIAS.....	28
4.1.1 DEFINICIÓN.....	28
4.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS.....	28
4.1.3 PROCESO DE LAS PASTAS ARTESANALES.....	30
5.1 ENFERMEDAD CELÍACA.....	31
5.1.1 GLUTEN.....	32
5.1.2 POBLACIÓN INTOLERANTE AL GLUTEN (EC).....	32
5.1.3 EPIDEMIOLOGÍA DE LOS TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL GLUTEN EN MÉXICO.....	33
6.1 ALIMENTOS FUNCIONALES.....	34
6.1.1 ORIGEN DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.....	35
6.1.2 IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.....	35
6.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.....	36
7.1 EVALUACION SENSORIAL.....	36
7.1.1 JUECES.....	37
7.1.1.2 TIPOS DE JUECES.....	38
7.1.2 TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES.....	40
7.1.2.1 PRUEBAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	41
8.1 MERCADOTECNIA.....	42
8.1.1 MERCADO.....	42
8.1.2 TIPOS DE MERCADO.....	42
8.1.2.2 TIPOS DE MERCADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CLIENTE.....	43

8.1.3	SEGMENTACIÓN DE MERCADOS.....	45
8.1.3.1	PROCESO DE SEGMENTACIÓN DE MERCADOS.....	45
8.1.4	ESTUDIO DE MERCADO PARA LA INTRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO.....	46
8.1.5	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.....	47
CAPITULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....		48
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	48
2.1.1	OBJETIVOS PARTICULARES.....	48
2.2	CUADRO METODOLÓGICO.....	49
2.3	ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	50
2.3.1	LIMPIEZA, REMOJO Y COCCIÓN DEL FRIJOL.....	50
2.3.2	TRITURADO DE FRIJOL.....	50
2.3.3	SECADO DE FRIJOL.....	50
2.3.4	MOLIENDA Y TAMIZADO DE HARINA DE FRIJOL.....	51
2.3.5	RENDIMIENTO DE LA HARINA DE FRIJOL.....	51
2.3.6	ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE FRIJOL.....	51
2.3.1.6.1	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR TERMOBALANZA ANÁLOGA (NMX-F-083-1986).....	52
2.3.1.6.2	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA MÉTODO DE MICRO KJELDAHL (AOAC 960.52, 1998).....	52
2.3.1.6.3	DETERMINACIÓN DE CENIZAS POR EL MÉTODO (NMX-F-066-S-1978).....	53
2.3.1.6.4	DETERMINACIÓN DE FIBRA MÉTODO KENNEDY (LESS, 1989).....	54
2.4	OBJETIVO PARTICULAR 1.....	55
ACTIVIDAD 2.4.1	ESTUDIO DE MERCADO.....	55
2.5	OBJETIVO PARTICULAR 2.....	57
ACTIVIDAD 2.5.1	ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS.....	57
ACTIVIDAD 2.5.2	ESTANDARIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PROCESO.....	59
ACTIVIDAD 2.5.3	EVALUACIÓN SENSORIAL A PROTOTIPOS MEDIANTE UNA PRUEBA DE ORDENAMIENTO.....	60
ACTIVIDAD 2.5.3.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	60
ACTIVIDAD 2.5.3:	PRUEBAS FISICAS DE CALIDAD DE PASTAS.....	61
2.6	OBJETIVO PARTICULAR 3.....	64
ACTIVIDAD 2.6.1:	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL AL PROTOTIPO ELEGIDO.....	64
ACTIVIDAD 2.6.2:	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL PROTOTIPO SELECCIONADO.....	65
2.7	OBJETIVO PARTICULAR 4.....	77
ACTIVIDAD 2.7.1:	COMPARACIÓN DEL PROTOTIPO ELEGIDO CON UNA PASTA COMERCIAL, MEDIANTE UNA PRUEBA DE PREFERENCIA.....	77
ACTIVIDAD 2.8.1:	SELECCIÓN DEL ENVASE NMX-F-023-S-1980.....	78
ACTIVIDAD 2.8.2:	DISEÑO DE ETIQUETA.....	79
ACTIVIDAD 2.8.3:	DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL PRODUCTO.....	80
CAPITULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		81
3.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	81
3.1.1	RENDIMIENTO DE LA HARINA DE FRIJOL.....	81
3.1.2	ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE FRIJOL.....	83
4.1	OBJETIVO PARTICULAR 1.....	85
4.1.1	ACTIVIDAD 1.1: ESTUDIO DE MERCADO.....	85

5.1 OBJETIVO PARTICULAR 2.....	94
5.1.1 ACTIVIDAD 1.1: ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS.....	94
5.1.2 ACTIVIDAD 1.2: EVALUACIÓN SENSORIAL.....	95
5.1.3 ACTIVIDAD 1.3: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	98
6.1 OBJETIVO PARTICULAR 3.....	100
6.1.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL AL PROTOTIPO ELEJIDO.	100
6.1.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL PROTOTIPO SELECCIONADO.....	101
7.1 OBJETIVO PARTICULAR 4.....	103
7.1.1 COMPARACIÓN SENSORIAL DEL PROTOTIPO SELECCIONADO CON UNA PASTA COMERCIAL, MEDIANTE UNA PRUEBA DE PREFERENCIA.	103
8.1 OBJETIVO PARTICULAR 5.....	104
8.1.1 SELECCIÓN DEL ENVASE, NMX-F-023-S-1980.	104
8.1.2 DISEÑO DE LA ETIQUETA NOM-051-SCF/SSA1-2010(2015).	105
8.1.3 DETERMINACIÓN DEL COSTO.....	107
9.0 CONCLUSIONES.....	109
10. REFERENCIAS.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Frijol bayo (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	12
Figura 2: Hallazgos de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. en el continente.....	12
Figura 3: Planta de yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	18
Figura 4: Raíz de yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	19
Figura 5: Diagrama de proceso de pasta artesanal.....	26
Figura 6: Diferentes pruebas de evaluación sensorial.....	37
Figura 7: Proceso de segmentación de mercados.....	41
Figura 8: Formato del cuestionario aplicado para el estudio de mercado.....	52
Figura 9: Diagrama de proceso para la elaboración de la pasta.....	55
Figura 10: Cuestionario de evaluación sensorial para la pasta tipo fettuccine de harina de frijol y yuca.....	56
Figura 11: Acomodo de las diluciones.....	64
Figura 12: Preparación de las disoluciones.....	66
Figura 13: Formato del cuestionario de evaluación sensorial.....	73
Figura 14: ¿Conoces el término celíaco?.....	81
Figura 15: ¿Has consumido productos libres de gluten?.....	82
Figura 16: ¿Qué tipo de pasta consumes frecuentemente?.....	83
Figura 17: ¿Consumirías productos para celíacos sin serlo?.....	84
Figura 18: ¿Conoces los beneficios del frijol y yuca?.....	85
Figura 19: ¿Comprarías una pasta libre de gluten a base de frijol y yuca?.....	86
Figura 20: ¿En dónde te gustaría adquirir este producto?.....	87
Figura 21: ¿Cuánto estas dispuesto a pagar por una presentación de 350g?.....	88
Figura 22: Medias en Rcommander, Valor de las medias de cada juez y valor de p....	93

Figura 23: Etiqueta propuesta para la pasta.....101

Figura 24: Información nutrimental reportada en la etiqueta.....102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química por cada 100g.....	13
Tabla 2: Agentes tóxicos presentes en algunas legumbres.....	15
Tabla 3: Formulación de pasta artesanal.....	53
Tabla 4: Formulaciones en % de los diferentes prototipos propuestos.	54
Tabla 5: Análisis químico proximal al prototipo seleccionado.....	60
Tabla 6: Análisis microbiológico al producto.....	61
Tabla 7: Análisis granulométrico de la harina de frijol.....	78
Tabla 8: Análisis granulométrico de la harina de frijol.....	79
Tabla 9: Tabla de variables de los prototipos.....	90
Tabla 10: Asignación códigos para la evaluación sensorial.....	91
Tabla 11: Porcentaje de absorción del prototipo elegido.....	94
Tabla 12: Resultados de AQP al prototipo elegido.....	97
Tabla 13: Tabla de resultados del análisis microbiológico.....	98
Tabla 14: Cálculo del costo para la pasta.....	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de secado del triturado de la harina de frijol.....77

Gráfico 2: Gráfica de medianas de la evaluación sensorial.....92

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres por ayudarme a salir adelante.

A Paola mi hermana por parecer la hermana mayor y aguantar mis berrinches, mi mal genio y hacerme reír con su cara.

Tobias y Woody por ser la alegría de mi casa y recibirme con tanto amor, son los ángeles de mi vida.

Ramona por odiarme/amarme al mismo tiempo .

A mi familia que me apoyo a no darme por vencida y alentarme a ser una mejor persona.

A Marco Antonio, que siempre me hizo confiar en mi y hacer que esa niña de la secundaria cumpla con sus sueños.

A Maricruz, por ser mi mejor amiga, te llevo siempre en mi corazón y algún día nos volveremos a ver.

A mis amigos los Pepos, Sara, Maria Jose, Elias, Jonathan, Jorge y Super. Por creer en mi y ser parte importante en mi vida.

A mis amigas, las Slytherin, Jaisel, Valeria y Daniela. Por hacerme la Universidad muy divertida, llena de chismes y risas, por todas esas experiencias, las amo.

A Edy por que sin ti no hubiera podido seguir adelante en la carrera. Algún día nos volveremos a ver.

Kenia y Fidel. Mis últimos amigos universitarios,

Fidel, jamás pensé reírme tanto en un día pero tu lo lograste con esas risas que me dolían al día siguiente, eres un hombre increíble, con el corazón mas grande que existe.

Kenia, nunca me cansare de agradecerte por todo lo que has hecho por mi, eres una excelente amiga y compañera.

A Lady Gaga por siempre estar ahí con sus bellas canciones y ponerme a bailar.

A Regina, que me está cuidando desde el cielo. Te amo bb

A mis nuevos amigos.

Leticia, mi maestra desde LCBIII hasta el día de hoy, a la que le debo todos mis conocimientos.

Al proyecto PAPIME 104520, por brindarnos está oportunidad.



RESUMEN.

Se abordaran temas respecto a una alimentación rica en proteínas y libre de gluten, innovando la industria de alimentos.

Se creo una pasta tipo fettuccini con materias primas poco convencionales en estos productos.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años se ha incrementado el número de personas que sufren la enfermedad celíaca y la oferta de productos alimenticios para dichas personas es mínima y de costos muy elevados, esta enfermedad afecta alrededor del 2% de la población mundial y un 4.8% de la población mexicana (Uscanga, L., 2013).

La creación de productos destinados a celíacos es un desafío, si se considera que la harina de trigo (fuente de almidón y gluten), ampliamente utilizada, es la principal responsable por las características de suavidad y textura (Gallagher et al., 2004). No obstante, a través de la asociación de ingredientes y técnicas de preparación, es posible elaborar un producto panificable sin gluten con buenos niveles de aceptación (Atzingen y Pinto e Silva, 2001; Escouto, 2000).

Una dieta sin gluten equivale a la eliminación, en cualquier tipo de alimentos del: trigo, avena, centeno y cebada, así como sus harinas. Uno de los problemas nutricionales para las personas celíacas es la cobertura de necesidades proteicas y energéticas, al igual que lo es para las personas veganas, por lo que es necesario desarrollar productos alimenticios que cubran estas necesidades (Uscanga, 2012).

Se ha reconocido que entre los cultivos alimenticios que son importantes fuentes proteicas y de energía están las leguminosas, pues éstas pueden cubrir fácilmente gran parte de dichas necesidades (Estrada, Villarreal, & Jurado, 2005). El cultivo de frijol es uno de los más importantes para el país con el 9.1% de la superficie cosechada, exportando alrededor de 103,814

toneladas (González, 2009). Por su alto contenido proteico es el tercer cultivo más importante del mundo entre las leguminosas, en México el frijol es la leguminosa con mayor consumo representado el 36% de la ingesta diaria de proteínas, además de favorecer en la disminución de los niveles de colesterol, la reducción del riesgo de padecer cáncer, prevenir y controlar la diabetes y sobrepeso, previene la formación de tumores y contiene fitoquímicos que funcionan como antioxidantes y reguladores del metabolismo (Lara, 2015).

La Harina de mandioca o yuca es un polvo fino, blanco, inodoro e insípido, que produce ligera crepitación cuando es comprimido entre los dedos. La utilización de almidón de maíz y mandioca, harina de arroz y soja ha sido evaluada en la obtención de preparaciones exentas de gluten, con la finalidad de ofrecer productos con características tecnológicas y sensoriales semejantes a las suministradas por el trigo (Sánchez et al., 2002).

La pasta alimenticia es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa y sodio y baja respuesta glicémica (Jenkins et al., 1987, Araya et al., 2003). Cuando se consume enriquecida con huevo o en combinación con carne, se incrementa su valor nutricional, pero también su costo. Sin embargo, se podría incrementar el valor nutricional al mezclar la sémola de trigo con subproductos industriales como el germen desgrasado de maíz o con leguminosas como *Vigna sinensis*, comúnmente conocida como frijol; ambos ricos en lisina.

Los alimentos funcionales, son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades. Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se le ha añadido o quitado un componente mediante medios tecnológicos o biológicos, un alimento al que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o de cualquier combinación de estas posibilidades. Un alimento funcional puede estar destinado a toda la población o a grupos determinados (Vidal, 2008).

En los últimos años, la tendencia de alimentos y bebidas sin gluten ha crecido exponencialmente, y lo seguirá haciendo en el futuro cercano, no sólo entre los consumidores celíacos sino también entre quienes creen que dejar de consumir ingredientes con gluten que beneficiará a su salud.

Las dietas libres de gluten han adquirido mucha popularidad en los últimos años y la gama de alimentos sin gluten cada vez es más amplia en el mercado.

Algunas celebridades han contribuido de gran manera en hacer más visibles estos productos y los posibles beneficios que pueden tener en la alimentación, incluida la pérdida de peso. Pero, hasta qué punto es recomendable la dieta sin gluten, ¿Sería una moda o una necesidad? Lo que es un hecho es que entre 2004 y 2011 el mercado para la venta de los productos libres de gluten creció anualmente cerca de 28%; las ventas alcanzaron cerca de 2.6 mil millones de dólares en 2012. (Sapone A, Bai JC, Ciacci C, Dolinsek J, Green PH, Hadji-vassiliou M, 2013)

Curiosamente las ventas se han incrementado en los sujetos que creen que tienen síntomas asociados con la ingesta de gluten, pero sin ser necesariamente pacientes con enfermedad celíaca, y por creer que una dieta sin gluten es más sana.

JUSTIFICACIÓN.

El objetivo de este trabajo fue elaborar una pasta funcional tipo fettuccine con harinas compuestas de frijol y yuca para este tipo de personas, las cuales necesitan otro tipo de alimentos para el cuidado de su salud o personas que siguen tendencias alimentarias, mediante la innovación de nuevos productos y con una gran influencia en las generaciones (Millennials, X, Y y Z) y sus gustos por sabores regionales más profundos, se les puede atribuir el uso de materias primas como la yuca y el frijol; además la utilización de estas materias primas ayuda a la agricultura mexicana.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.

1.1 FRIJOL BAYO.

El frijol bayo pertenece a la familia Fabacea, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseolae, y especie *Phaseolus vulgaris*L., junto con los chícharos, habas, soya, mezquites, huizaches, y alrededor de 19,400 especies. En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijoles, de las cuales 50 se encuentran en México con gran variedad de tamaños, colores y requerimientos ecológicos. Se conocen con los nombres de frijol, poroto, alubia, caraota y judía. En náhuatl se les llamaba *etl* o *etle*. Constituyen uno de los alimentos principales en la dieta de la población mexicana. Se distribuyen desde México hasta Argentina. Fueron domesticados en Mesoamérica hace alrededor de 8,000 años (Biodiversidad mexicana, 2015). Esta leguminosa se ha cultivado en América durante miles de años (BRICK y BURGNER, 2007), debido a su disponibilidad y al hecho de que es una excelente fuente de proteínas, hidratos de carbono, fibra y minerales. Por su alto contenido proteico (20-25%) es, entre las leguminosas, el tercer cultivo más importante en el mundo, después de la soya y el cacahuate (SINGH *et al.*, 1999).

Los frijoles son la principal fuente de proteína en la dieta humana, ya que contienen aminoácidos esenciales como lisina, treonina, valina, isoleucina y leucina (MA y BLISS, 1978), y esto los sitúa entre las especies ideales para estudios de nutrición (FAO, 2016). Existen numerosos estudios clínicos que

avalan que el consumo regular de frijol ayuda a la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, obesidad y enfermedades relacionadas con el aparato digestivo, ya que reduce el nivel de colesterol y glucosa en la sangre (SINGH, 1992; THOMPSON *et al.*, 2009; BENNINK, 2010).

Existen más de 70 variedades de frijol que han sido agrupados de acuerdo con su color en: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados. Las variedades más consumidas son azufradas, mayocoba, negro Jamapa, peruano, flor de mayo y flor de junio. Les siguen en preferencia el garbancillo, manzano, negro San Luis, negro Querétaro y pinto. Los menos solicitados son la alubia blanca, bayo blanco, negro Zacatecas, ojo de cabra y bayo berrendo (Biodiversidad mexicana, 2015).

1.1.1 ORIGEN.

El frijol (Fig.1) se originó y domesticó en América Latina con dos orígenes geográficos (Mesoamérica y los Andes) genéticamente diferenciables que derivan de un ancestro común de 100,000 años de antigüedad. En México y América del Sur, el frijol se domesticó de manera independiente hace aproximadamente 8,000 años. (BITOCCHI, *et al.* 2013). Se tienen registros de semillas cultivadas de *Phaseolus vulgaris* de 3,000 años de antigüedad (BROWN, 2006).

El frijol se clasifica dentro del género *Phaseolus* y la familia *Leguminosae*. Es una planta herbácea, de ciclo anual. Los estudios arqueológicos revelan que el género *Phaseolus* tiene su origen en el continente americano. Se han encontrado evidencias en regiones de México, Estados Unidos y Perú. Algunos investigadores consideran a México como uno de los centros de origen de diversos tipos de frijol por los hallazgos realizados y por encontrar especies silvestres de los cinco grupos más cultivados de frijol: *P. vulgaris* (frijol común), *P. acutifolius* (frijol tepari), *P. lunatus* (frijol lima), *P. coccineus* (frijol ayocote o escarlata), y *P. polyanthus* (frijol anual).



Figura 1: Frijol bayo (*Phaseolus vulgaris* L.).

Fuente: INEGI, 2011.

En la (Fig.2), se muestran los sitios de hallazgos de *Phaseolus vulgaris* en el continente y años de antigüedad.



Figura 2: Hallazgos de *Phaseolus vulgaris* L. en el continente.

Fuente: Revista Investigación científica, adaptado de Debouck e Hidalgo, 1985.

En México se reportan hallazgos en sitios como Río Zape, Sonora (*P. vulgaris*, 1,300 años; *P. lunatus*, 1,300 años; *P. coccineus*, 1,300 años), Ocampo, Tamaulipas (*P. vulgaris*, 4,300 y 6,000 años; *P. lunatus*, 1,100 y 1,800 años; *P. coccineus*, 7,500-9,000 años), Tehuacán, Puebla (*P. vulgaris*, 6,000 años; *P. lunatus*, 1,400 años; *P. coccineus*, 2,200 años; *P. acutifolius* 5,000 años) y Dzibilchaltan, Yucatán (*P. lunatus*, 1,200 años).

1.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRICIONAL.

Las propiedades nutritivas que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas y minerales.

Tabla 1: Composición química por cada 100g.

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	331	Fibra (g)	3.60	Vitamina C (mg)	4.50
Proteína	19	Calcio (mg)	99	Vitamina D (i $\frac{1}{2}$)	-
Grasa Total (g)	0.90	Hierro (mg)	6.30	Vitamina E (mg)	-
Colesterol (mg)	-	Yodo (i $\frac{1}{2}$ g)	-	Vitam. B12 (i $\frac{1}{2}$)	-
Glúcidos	63.20	Vitamina A (mg)	0	Folato (i $\frac{1}{2}$ g)	-

Fuente: INEGI, 2011.

1.1.3 BENEFICIOS.

Son ideales para las personas que tienen diabetes debido a que poseen un bajo índice glicémico, un bajo contenido en grasa y un alto contenido en fibra. El gran contenido en fibra de las legumbres aumenta la saciedad y contribuye a estabilizar los niveles de azúcar e insulina en la sangre,

reduciendo los picos después de comer y mejorando la resistencia a la insulina.

Todo ello convierte a las legumbres en alimentos ideales para el control de peso.

- Su alto contenido en hierro las convierte en un poderoso alimento para prevenir la anemia en mujeres y niños, al combinarse con alimentos que contengan vitamina C para mejorar la absorción del hierro.
- La calidad de las proteínas de las dietas vegetarianas y las dietas basadas en plantas mejora considerablemente cuando las legumbres se consumen junto con cereales.
- Las legumbres están exentas de gluten.
- Son ricas en compuestos bioactivos como sustancias fitoquímicas y antioxidantes que pueden contener propiedades antineoplásicas.
- Promueven la salud ósea. Los fitoestrógenos también pueden prevenir la disminución cognitiva y reducir los síntomas menopáusicos. (Fao, 2016).

1.1.4 COMPUESTOS ANTI NUTRICIONALES.

Las leguminosas contienen una amplia variedad de factores tóxicos, por lo que pueden considerarse como plantas de cierto riesgo cuando se consumen sin haber sido sometidas a procesos de cocción para eliminar factores tóxicos o antinutricionales. Entre los principales tóxicos asociados a estas plantas están: los glucósidos cianogenados, promotores de flatulencia, inhibidores de proteasas, fito-hemoaglutininas, saponinas, en casos más particulares puede presentarse divicina e isouramilo (favismo), mimosina, canavanina, etcétera. (Stanislaus, J., Smolenski, A., Kinghorns, D. y Baladrin, M.,1981.)

Al igual que otros alimentos, pueden contener diferentes sustancias conocidas como anti nutrientes que tienen cierto efecto en la nutrición humana y animal si no son removidos o inactivados eficientemente por diferentes procesamientos (Deshpande y Damodaran, 1990; Barampamay

Simard, 1995). Los inhibidores de proteasas, fitatos, taninos y lectinas entre otros, pueden interferir en la absorción y metabolismo de ciertos nutrientes lo cual unido a la baja calidad de las proteínas y digestibilidad proteica de las leguminosas y el carácter tóxico de ciertas sustancias presentes en los granos, como el cianuro, inhibidor de la citocromo oxidasa, indican la necesidad de que estos compuestos sean reducidos o eliminados adecuadamente con el fin de mejorar las cualidades nutricionales de los granos (Van der Poel, 1990; Bressani et al., 1991).

En la Tabla 2 se muestra el contenido aproximado de algunos de los agentes tóxicos o anti nutricionales que pueden estar presentes en algunas legumbres.

Tabla 2: Agentes tóxicos presentes en algunas legumbres.

FACTOR TOXICO	HABA (<i>Vicia faba</i>)	CHICHARO (<i>Pisum sativum</i>)	FRIJOL (<i>Phaseolus sp</i>)	LUPINO (<i>Lipinus sp.</i>)	SOYA (<i>Glycine max</i>)
Taninos	Alto	Bajo	Bajo-Medio	Bajo	Bajo
Inhibidores de tripsina	Bajo-Medio	Bajo-Medio	Bajo	Bajo	Alto
Lectinas	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Alto
Fitatos	Bajo	Bajo	(?)	(?)	(?)
Glucósidos tóxicos	Alto	Ausente	Ausente	Ausente	(*)
Alcaloides	Ausente	Ausente	Ausente	Alto	Ausente
Oligosacaridos no-digeribles	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo

(?)- no hay datos concluyentes

(*)- La soya contiene saponinas, pero en estos glucósidos no esta bien definido su efecto dañino.

Fuente: Van der Poel, 1990; Bressani et al., 1991.

1.1.5 PRODUCCIÓN DEL FRIJOL EN MÉXICO.

La producción de frijol en México creció en 14 por ciento entre 2015 y 2016, derivado de las acciones que se realizan por parte de los agricultores y las autoridades para incrementar la productividad en el campo, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

(SAGARPA). Con base en estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la SAGARPA precisó que, entre los dos años, la producción de esta legumbre pasó de 942 mil 578 toneladas a un millón 76 mil toneladas, lo que representa un avance de 134 mil 181 toneladas (SAGARPA, 2017).

El frijol es producido en las 32 entidades del país, sin embargo, las que aportan el mayor volumen son Zacatecas, con el 35.9 por ciento de la producción nacional; Durango, 11.6 por ciento; Chihuahua, 9.5 por ciento; Sinaloa, 8.9 por ciento y Chiapas 5.5 por ciento. En conjunto, estos cinco estados generan el 71.4 por ciento de la producción de frijol en México, lo que equivale a 768 mil 334 toneladas (SAGARPA, 2017).

La mayor parte es cosechada entre los meses de octubre a diciembre, así como en febrero, cuando se obtiene el 75 por ciento de la producción. Este cultivo se siembra en una superficie de un millón 553 mil hectáreas a nivel nacional; Zacatecas registra el mayor territorio destinado a este cultivo con 611 mil hectáreas, seguido de Durango con 240.5 mil hectáreas. Ambas entidades ocupan el 54.8 por ciento de la superficie cultivada de frijol en el país (SAGARPA, 2017).

1.1.6 IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Por su gran importancia económica y social, el frijol es un producto estratégico dentro del desarrollo rural de México. Los 10 principales estados productores son: Zacatecas, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Nayarit, Chiapas, Guanajuato, San Luis Potosí, Puebla e Hidalgo.

En México, la superficie anual sembrada con frijol es de 1.5 millones de hectáreas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011), con una producción promedio de 0.7 toneladas por hectárea en contraste con las 1.86 ton/ha producidas en los Estados Unidos, y como promedio, cada

mexicano consume anualmente 10.30 kg (FAO, 2016)., por lo que este cultivo se considera el segundo en importancia en México, con base en la superficie sembrada y el volumen consumido. Además, representa la segunda actividad agrícola más relevante en el país por el número de productores dedicados al cultivo.

2.1 YUCA.

La yuca (*Manihot esculenta*) (Fig.3) perteneciente a la familia Euphorbiaceae, es un cultivo perenne con abundantes ramas y mide hasta dos metros de altura. Sus flores son de color amarillo verdoso y los frutos son parecidos a pequeños plátanos y son comestibles. Tiene la característica de adaptarse a cualquier tipo de clima, por lo tanto, puede desarrollarse en zonas húmedas y cálidas.

Este arbusto recibe diferentes nombres; por ejemplo, en el norte de América del Sur, América Central y las Antillas lo conocen como yuca, mientras que, en Argentina, Brasil y Paraguay, es conocido como mandioca.



Figura 3: Planta de yuca (*Manihot esculenta*).

Fuente: FAO, 2014.

La parte más importante de esta planta es la raíz (Fig.4), de la cual se obtienen dos tipos de productos; el primero de ellos se destina especialmente para la alimentación del ganado, ya sea en forma de harina, hojuela o gránulos; y el almidón, que es el producto principal que se utiliza tanto en la industria alimenticia (pan, pastelería, mermeladas), textil, así como en la fabricación de papeles y adhesivos.



Figura 4: Raíz de yuca (*Manihot esculenta*).

Fuente: FAO, 2014.

2.1.1 INFORMACIÓN NUTRICIONAL.

Además de que la yuca o mandioca también es muy bueno en hidratos de carbono, este también contiene vitaminas C, B1, B2 y B5, calcio y potasio. Aunque su cantidad de vitaminas no sea tan considerable, hay que tomar en cuenta que la yuca es uno de los ingredientes más usados y una de las fuentes más importantes de estas vitaminas en grandes poblaciones del mundo. (Tapioca Yuca, 2019).

2.1.2 USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Las raíces de yuca constituyen una fuente básica de la alimentación humana y son usadas en muy variadas formas, cocidas en agua, horneadas, fritas o como pastas o harinas.

Las raíces de yuca contienen alrededor de 65 % de agua y 35 % de materia seca; El 85 %, aproximadamente, de la materia seca está constituida por almidón de excelente calidad.

Para su uso en la alimentación humana, las raíces deben ser peladas, y la pulpa (parénquima) sometida a algún proceso térmico antes de ser consumida. (Montecarlo, Misiones, 2008).

Para que la yuca tenga buena calidad culinaria, debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tiempo de Cocción: No mayor a 30 minutos.
- Sabor: Ni amargo ni dulce.
- Consistencia: Firme, pero no dura o vidriosa.
- Debe tener almidón el cual debe ser blanco o amarillo, pero nunca transparente.

2.1.3 PRODUCCIÓN EN MÉXICO.

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) publicó la producción nacional de yuca alimenticia para el 2017, siendo de 18,989 toneladas, en una superficie cosechada de 1,509 hectáreas.

En nuestro país, este arbusto se desarrolló en seis entidades; el estado de Tabasco destaca en producción al aportar 13.3 mil toneladas, seguido por Michoacán y Morelos, con 3.3 y 1.8 mil toneladas, respectivamente. (SIAP, 2017).

3.1 ADITIVOS ALIMENTICIOS.

Son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, frescura, sabor, textura, consistencia o su aspecto, se denominan aditivos alimentarios. Algunos de ellos se llevan empleando desde hace siglos para conservar alimentos, como ocurre con la sal (en carnes como el tocino y los pescados secos), el azúcar (en las mermeladas) y el dióxido de azufre (en el vino) (OMS, 2018).

La utilización de aditivos alimentarios solamente está justificada si responde a una necesidad tecnológica, no induce a error al consumidor y se emplea con una función tecnológica bien definida, como la de conservar la calidad nutricional de los alimentos o mejorar su estabilidad. Estas sustancias se pueden obtener de plantas, animales o minerales o producirse sintéticamente. Se añaden de forma intencionada con un determinado propósito tecnológico para dotar al alimento en cuestión de características que los consumidores suelen identificar con él.

Actualmente se utilizan cientos de miles de aditivos con funciones específicas que permiten que los alimentos sean más inocuos o tengan un mejor aspecto (OMS, 2018).

3.1.1 VENTAJAS TECNOLÓGICAS Y BENEFICIOS PARA EL CONSUMIDOR.

- Conservar la calidad nutritiva de un alimento.
- Aumentar la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas.
- Favorecer los procesos de fabricación, transformación o almacenado de un alimento, siempre que no se enmascare materias primas defectuosas o prácticas de fabricación inadecuadas.

3.1.2 GOMAS.

Las gomas pueden ser definidas en términos prácticos como moléculas de alto peso molecular con características o hidrofílicas o hidrofóbicas que, usualmente, tienen propiedades coloidales, con capacidad de producir geles al combinarse con el solvente apropiado. De este modo, el término goma se aplica a una gran variedad de sustancias con características gomosas. Sin embargo, es más común la utilización del término goma para referirse a polisacáridos o sus derivados, obtenidos de plantas o por procesamiento microbiológico, que al dispersarse en el agua fría o caliente, producen soluciones o mezclas viscosas (Whistler & Daniel, 1985; Whistler, 1973).

Una goma puede ser definida en sentido amplio, como cualquier polisacárido soluble en agua, que puede ser extraído a partir de vegetales terrestres o marinos, o de microorganismos, que poseen la capacidad, en solución, de incrementar la viscosidad y/o de formar geles (Pasquel, 2001).

Las gomas realizan al menos tres funciones en el procesamiento de los alimentos: emulsificantes, estabilizantes y espesantes. Además, algunas también son agentes gelificantes, formadoras de cuerpo, agentes de suspensión y aumentan la capacidad para la dispersión de gases en sólidos o líquidos (Considine & Considine, 1983).

3.1.3 GOMA XANTANA.

La goma xantana es producida por la fermentación de carbohidratos con la bacteria *Xantomonas campestris*. Está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos (Pasquel, 2001). Es completamente soluble en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente estabilidad al calor y pH, pues la viscosidad de sus soluciones no cambia de entre 0 y 100°C y 1 a 13 pH; y, es utilizada en muchos productos como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones (Pasquel, 2001).

3.1.4 LECITINA DE SOYA.

La lecitina de soya es una mezcla de fosfolípidos que contiene en mayor cantidad fosfatidilcolina, seguida por fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol; además, proteínas y carbohidratos en pequeñas cantidades (Tamargo Santos et al., 2011).

La lecitina de soya es un producto natural que se utiliza en la industria alimentaria y farmacéutica, así como en la nutrición y salud humana (Torres y Durán, 2015; Cala et al., 2017).

En el mundo vegetal, la mayor cantidad de lecitina se encuentra en las legumbres (alubias, lentejas, semillas de soya), en las semillas de lino, de girasol o de sésamo. La lecitina de soya es un derivado de la soya que se extrae de sus semillas por presión. Así, se obtiene un líquido espeso en el que se encuentran mezclados el aceite de soya y la lecitina, que se separan por decantación. Las propiedades nutricionales de la lecitina de soya se deben a su gran contenido en ácidos linoleico y linolénico, ambos ácidos grasos poliinsaturados y esenciales (Onmeda, 2016).

4.1 PASTAS ALIMENTICIAS.

La pasta alimenticia es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa y sodio y baja respuesta glicémica. (SENESCYT, 2011)

En México, las pastas alimenticias son un producto de fácil aceptación en el mercado. Las características del mercado de las pastas alimenticias son las de un producto de primera necesidad cuyo empleo es básico en la alimentación de los habitantes de todo el país.

4.1.1 DEFINICIÓN.

Se entiende por este producto al elaborado por la desecación de las figuras obtenidas del amasado de sémola y/o harina de trigo, agua potable, ingredientes opcionales y aditivos permitidos (NOM-F-23-S-1980).

Pasta fabricada con sémola, o harina mezclada con agua y amasada. Puede incluir también otros ingredientes. La masa adopta varias formas. El nombre del epígrafe se limita a los macarrones sin cocinar, rellenar o preparados de otra forma (FAO., 2018).

4.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS.

Por su contenido de humedad.

- Pastas Frescas:** Contienen un máximo de humedad de 28% y presentan características organolépticas normales.
- Pastas secas:** Son sometidas a un adecuado proceso de desecación, tienen características organolépticas normales con una humedad máxima del 14%.

Por su forma.

- **Pastas largas:** Tallarines, espaguetis, fettucini y otros.
- **Pastas cortas:** De longitud menor a 6cm como son lazos, coditos, caracoles, conchitas, tornillos, macarrón, letras, números, animalitos y otros.
- **Pastas enroscadas:** Pastas alimenticias que tienen forma de rosca, nido, madeja o espiral.

Por su composición.

- **Pastas con huevo:** Durante el proceso se incorpora como mínimo dos huevos frescos o su equivalente por cada kilogramo de harina.
- **Pastas con vegetales:** Durante el proceso se le agrega extractos de espinacas, zanahorias, tomates y cualquier otro vegetal aprobado por la autoridad sanitaria competente.
- **Pastas con *trigo durum*:** Pastas elaboradas exclusivamente con *trigo durum*.
- **Pastas con sémola:** Elaboradas exclusivamente con sémola.
- **Pastas con sémola y *trigo durum*:** Elaboradas con la mezcla de sémola y *trigo durum*.
- **Pastas con harina de trigo:** Elaboradas exclusivamente con harina de trigo.
- **Pastas con mezclas de harinas:** Elaboradas con mezclas de harinas con la adición de otras sustancias de uso permitido. (SENESCYT, 2011).

4.1.3 PROCESO DE LAS PASTAS ARTESANALES.

El proceso de producción para la elaboración de pastas alimenticias es de tipo homogéneo, obteniéndose un sólo tipo de producto con un proceso similar.

La variedad de las pastas alimenticias en la actualidad se debe fundamentalmente a la gran diversidad de olores, sabores, formas y recetas de preparación. (Instituto Nacional del Emprendedor, 2019).

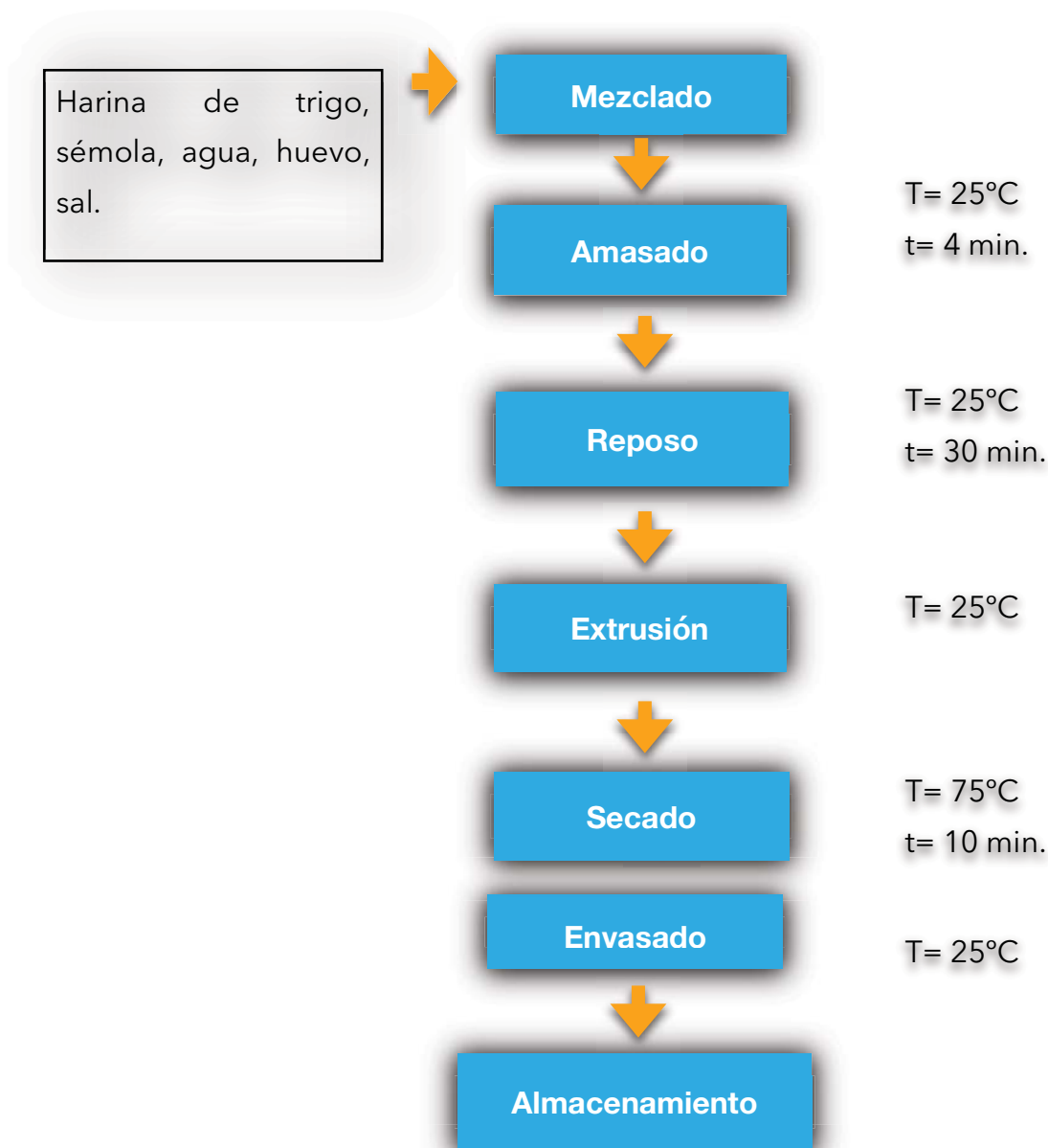


Figura 5: Diagrama de proceso de pasta artesanal.

5.1 ENFERMEDAD CELÍACA.

La enfermedad celíaca, esprue celíaco o enteropatía sensible al gluten es una enfermedad que se caracteriza por absorción intestinal deficiente secundaria a la inflamación crónica y atrofia de la mucosa del intestino delgado causado por la exposición al gluten de la dieta, que afecta a individuos genéticamente predispuestos. Existen dos situaciones predominantes para la aparición de la enfermedad: la predisposición genética y el contacto con el antígeno (gluten y proteínas relacionadas).

La EC es una intolerancia total y permanente a proteínas contenidas en el gluten del trigo, la cebada y el centeno. Estas sustancias resultan tóxicas para el organismo de un celíaco y afectan directamente a su intestino delgado, que es el encargado de la absorción de los nutrientes. Por lo tanto, como consecuencia de ello, el intestino no puede cumplir con esta función. (Celíacos de México, 2019).

La Enfermedad Celíaca es genética: se nace con la predisposición a padecerla, aunque no siempre se manifiesta clínicamente. Por este motivo, los familiares de un celíaco constituyen un grupo de riesgo y es conveniente que se realicen los exámenes específicos para detectarla (análisis de anticuerpos y biopsia de intestino delgado), aun cuando no haya síntomas visibles (Celíacos de México, 2019). Se relaciona con otros padecimientos autoinmunológicos como la enfermedad tiroidea autoinmunitaria, síndrome de Sjögren, cirrosis biliar primaria y diabetes mellitus tipo 1, entre otras. (Cobos-Quevedo OJ, Hernández-Hernández GA, Remes-Troche JM, 2017).

5.1.1 GLUTEN.

El gluten es una glucoproteína presente principalmente en trigo, cebada y constituido por cuatro grupos de proteínas que se separan por sus características físicoquímicas en:

- a) prolaminas (solubles en alcohol)
- b) gluteninas (solubles en ácido y álcalis débiles)
- c) globulinas
- d) albúmina

La gliadina, principal estimulante antigénico en los pacientes con susceptibilidad genética para padecer la enfermedad celíaca, es una prolamina rica en glutamina y prolina y es la responsable de darle la elasticidad y textura a las harinas. (Cobos-Quevedo OJ, Hernández-Hernández GA, Remes-Troche JM, 2017).

5.1.2 POBLACIÓN INTOLERANTE AL GLUTEN (EC).

La Enfermedad Celíaca es la intolerancia alimentaria genética más frecuente de la especie humana. Se calcula que, aproximadamente, el 1% de la población mundial la padece, pero la mayoría es asintomática y lo ignora. En México, los investigadores encabezados por el doctor José Ma. Remes Troche, determinaron que el 0.68% de la población es celíaca; es decir, uno de cada 140 mexicanos está en esta condición de vida. El único tratamiento posible es eliminar de la dieta aquellos alimentos que contengan trigo, cebada o centeno (Celíacos de México, 2019).

5.1.3 EPIDEMIOLOGÍA DE LOS TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL GLUTEN EN MÉXICO.

La población mexicana es una población muy especial, porque está compuesta en su mayoría de mestizos que tienen una proporción de genes en 56% de indígenas nativos de América, 40% caucásicos y 4% afroamericanos. Un estudio más reciente de nuestro grupo encontró que 0.9% de la población mexicana puede tener enfermedad celiaca, de manera que se estima que entre 800,000 y 1,000,000 de personas en México tienen enfermedad celiaca y pudieran beneficiarse de una dieta libre de gluten. Se considera que existen poblaciones susceptibles o grupos de alto riesgo de padecer enfermedad celiaca.

En México se ha determinado que 6% de los pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 1, 2, 4 9% de los niños con diabetes mellitus tipo 1, 2, 5 3.5% de mujeres con infertilidad 26% de los pacientes diagnosticados con síndrome de intestino irritable e incluso 23% de los niños con síndrome de Williams-Beuren padecen enfermedad celiaca.

Asimismo, la sensibilidad al gluten sin enfermedad celiaca es mucho más frecuente y se estima que entre 10 y 25% de la población pudiera tener síntomas relacionados con la ingesta de gluten clasificables como sensibilidad al gluten sin enfermedad celiaca. (Cobos-Quevedo OJ, 2017).

6.1 ALIMENTOS FUNCIONALES.

Se considera que un alimento puede ser funcional si ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto benéfico sobre una o varias especificaciones en el organismo. En otras palabras, los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades (Vidal, 2008).

Los alimentos funcionales deben presentarse en forma de alimentos normales y deben poder demostrar sus efectos benéficos en las cantidades que normalmente se consumiría en la dieta. Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se le ha añadido o quitado un componente mediante medios tecnológicos o biológicos, un alimento al que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o de cualquier combinación de estas posibilidades.

En esencia, un alimento funcional debe reunir dos condiciones:

- a)** Ser propiamente un alimento, en cuanto a características, forma de consumo y valor nutritivo.
- b)** Poseer una actividad biológica positiva para la salud, que vaya más allá de su valor nutritivo (Vidal, 2008).

Los alimentos funcionales, consumidos como parte de una dieta equilibrada y acompañados de un estilo de vida saludable, ofrecen la posibilidad de mejorar la salud y/o prevenir ciertas enfermedades además puede estar destinado a toda la población o a grupos determinados.

6.1.1 ORIGEN DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.

Los alimentos funcionales surgieron en Japón a finales de los años 80, bajo los auspicios del gobierno japonés, al constatar que, para reducir los gastos sanitarios, había que mejorar la calidad de la alimentación, esencialmente en personas de edad avanzada, con esta finalidad se promovió el dueño de alimentos específicamente desarrollados para mejorar la salud y para reducir el riesgo de contraer algunas enfermedades. Estos productos recibieron allí, en 1991, el nombre de FOSHU (Foods for Specific Health Use) y se establecieron las características que debían reunir para entrar en esta categoría (Vidal, 2008).

6.1.2 IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.

Un alimento puede considerarse funcional si ha demostrado satisfactoriamente que afecta de manera beneficiosa a una o más funciones del organismo, más allá de sus efectos nutricionales, de manera que es relevante tanto para mejorar el estado de salud y bienestar como para reducir alguno de los factores de riesgo de enfermedades.

Incluyen macronutrientes con efectos fisiológicos concretos (Fibra, omega-3, calcio, etc.); micronutrientes esenciales, en ocasiones con ingestas funcionales superiores a las ingestas recomendadas (Ir). Pueden ser nutrientes o no nutrientes, esenciales o no esenciales, naturales o modificados, pero siempre debe seguir siendo un alimento con formato convencional en el contexto de una dieta equilibrada. Es muy importante el concepto de que el efecto beneficioso debe conseguirse con las cantidades que habitualmente se consumen del alimento de referencia. (OMG, 2018).

6.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.

Los alimentos funcionales como tal, tienen que tener unas características determinadas:

- Tienen que ser alimentos que se manipulen para conseguir algún beneficio extra, por eliminación, reducción o adición de algún componente.
- Los alimentos funcionales son básicamente alimentos “clásicos” pero llevan incorporado nuevos componentes alimentarios o no alimentarios, siempre que tengan un claro beneficio.
- La base de la alimentación, es una alimentación completa y variada. Los alimentos funcionales, complementan la función nutritiva y la prevención de ciertas enfermedades. Hay que tener en cuenta que las cantidades deben ser las normalmente consumidas en la dieta.
- La presentación de un alimento funcional, tiene que ser como la de un alimento, sin modificar sus características. Nunca deben presentarse en forma de cápsulas o comprimidos.

7.1 EVALUACION SENSORIAL.

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas. (García Ahued, 2014).

Anteriormente, el análisis sensorial se consideraba como un método marginal para la medición de la calidad de los alimentos. Sin embargo, su desarrollo histórico ha permitido que en la actualidad la aplicación de este análisis en la industria alimentaria sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor. (García Ahued, 2014).

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de cauterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después de que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005).

Uno de los objetivos de la evaluación sensorial es el entendimiento de la importancia de las características sensoriales y el papel que juegan en la experiencia sensorial que lleva a cabo un consumidor al momento de decidir su aceptación o agrado hacia un producto, concepto o servicio.

7.1.1 JUECES.

Los jueces son los instrumentos de medición de las propiedades sensoriales de los alimentos. Se llama juez al individuo que para evaluar un producto se vale de la capacidad perceptiva de uno o varios de sus sentidos (Pedrero y Pangborn, 1986).

7.1.1.2 TIPOS DE JUECES.

En una evaluación sensorial el jurado es un verdadero aparato de medida, donde cada juez es considerado una repetición de la medida, son muy importantes pues de ellos depende en gran parte la validez de las pruebas (Catania, 2007).

Existen cuatro tipos principales de jueces que son:

- **Panel de expertos.**

El juez experto es, como en el caso de los catadores de vino, té, café, queso y otros productos, una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado producto, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Anzadula,2005).

- **Panel de jueces entrenados.**

Se trata de personas entrenadas especialmente para actuar como jueces. Debe poseer habilidades para detectar la sensación analizada y por supuesto poseer cierto conocimiento y practica acerca de la evaluación sensorial. En general la gente joven se adapta muy bien para actuar como juez entrenado (Catania, 2007).

Los jueces entrenados se emplean principalmente para pruebas sensoriales descriptivas, o para pruebas discriminativas complejas, como seria las comparaciones múltiples o a las pruebas de ordenamiento, mientras que para pruebas sencillas o es necesario contar con este tipo de juez.

- **Panel de jueces semi entrenados.**

Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas. (Catania, 2007).

- **Panel de jueces consumidores.**

Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos (Anzaldua, 2005).

Deben ser personas que habitualmente consumen el producto y usualmente son elegidos al azar, representativos de la población a la cual se estima está dirigido el producto que se evalúa, generalmente se utilizan para pruebas de preferencia. el objetivo que se persigue a aplicar una prueba de evaluación sensorial con este tipo de juez, es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen como relación al alimento evaluado.

El número de participantes en cada prueba debe ser grande para minimizar la variación propia de la subjetividad de las pruebas y solo aparezcan las diferencias más importantes del producto sujeto al estudio (Espinosa, 2007).

7.1.2 TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES.

Los métodos de evaluación sensorial (Fig.6) se dividen en dos grandes grupos el primero esta constituido por pruebas analíticas (sensitivas, cuantitativas y cualitativas), las cuales se ejecutan en condiciones controladas de un laboratorio y con jueces entrenados. Al segundo grupo lo integran las pruebas afectivas que se realizan con consumidores (personas no entrenadas en técnicas sensoriales) y en condiciones que no les sean ajenas o extrañas para utilizar o consumir el producto en estudio.

Cualquiera que sea la prueba que se vaya a emplear, es necesario que los jueces entiendan la necesidad de efectuar la misma de la manera más objetiva posible, demuestre su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta (Espinosa, 2007).

7.1.2.1 PRUEBAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

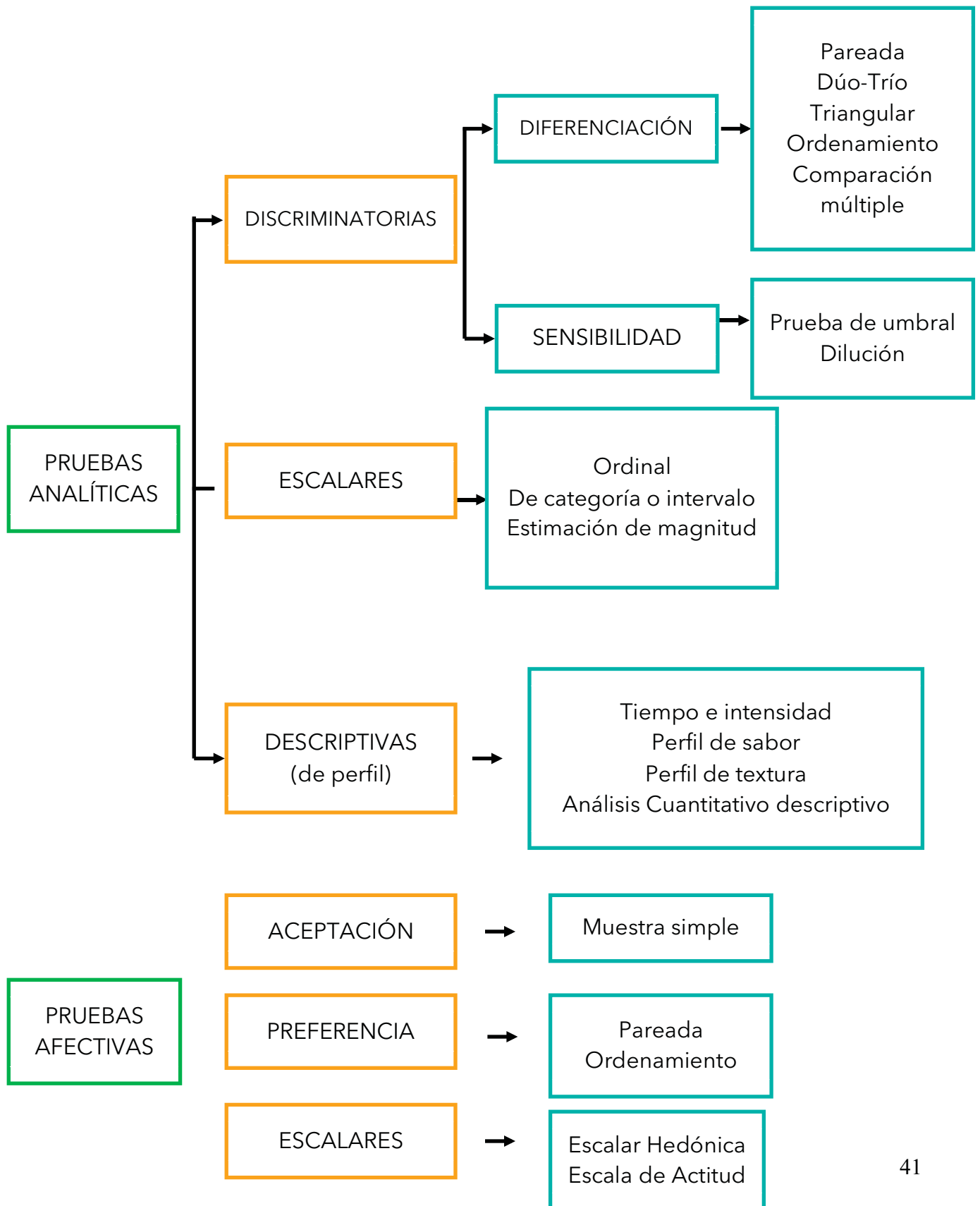


Figura 6: Diferentes pruebas de evaluación sensorial.

8.1 MERCADOTECNIA.

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 (Fischer, 2011).

Consiste en el desarrollo de una eficiente distribución de mercancías y servicios a determinados sectores del público consumidor (Louis E. Boone y David L. Kurtz).

8.1.1 MERCADO.

Lugar donde se reúnen ofertantes y demandantes y es ahí donde se determinan los precios de los bienes y servicios a través del comportamiento de la oferta y la demanda.

Deben existir tres elementos:

1. Uno o varios individuos con necesidades y deseos por satisfacer.
2. Un producto que pueda satisfacer esas necesidades.
3. Personas que ponen los productos a disposición de los individuos con necesidades a cambio de una remuneración.

8.1.2 TIPOS DE MERCADO.

En la practicas se conocen diferentes definiciones de mercado, estas varían de acuerdo al área de conocimiento en que se utilizan el concepto. Para efecto de la mercadotecnia, un mercado está conformado por los consumidores reales y potenciales de un producto o servicio (Fischer, 2011).

8.1.2.1 TIPOS DE MERCADO DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOGRÁFICO.

- **Mercado internacional:** Comercializa bienes y servicios en el extranjero.
- **Mercado nacional:** Efectúa intercambio entre 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 de una ciudad relativamente grande.
- **Mercado local:** Puede desarrollarse en una tienda establecida en modernos centros comerciales dentro de un área metropolitana (Fischer, 2011).

8.1.2.2 TIPOS DE MERCADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CLIENTE.

- **Mercado del consumidor.**

En el mercado del consumidor los bienes y servicios son rentados o comprados por individuos para su uso personal, no para ser comercializados. El mercado del consumidor es el más amplio que existe en la República Mexicana. A medida que pasa el tiempo se ha visto que el mercado del consumidor ha evolucionado, los factores que contribuyen a esto son los cambios en los hábitos de compra (Fischer, 2011).

- **Mercado del productor o industrial.**

El mercado 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 tiempo de mercado existen pocos compradores en comparación con el mercado del consumidor, la compra se hace con fines de lucro (Fischer, 2011).

- **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, Gracias al desarrollo de los medios de comunicación y de transporte en una realidad cada vez ms palpable, provocando con esto que se obtengan mayores utilidades y que se adquieran materiales a un costo muy bajo (Fischer, 2011).

8.1.3 SEGMENTACIÓN DE MERCADOS.

Proceso mediante el cual se toma a un grupo de compradores homogéneos, es decir, se divide el mercado en varios submercados o segmentos de acuerdo a los diferentes deseos de compra y requerimientos de los consumidores.

Proceso por el cual se divide el mercado en varios segmentos de acuerdo a las necesidades de los consumidores (Fisher, 2011).

8.1.3.1 PROCESO DE SEGMENTACIÓN DE MERCADOS.

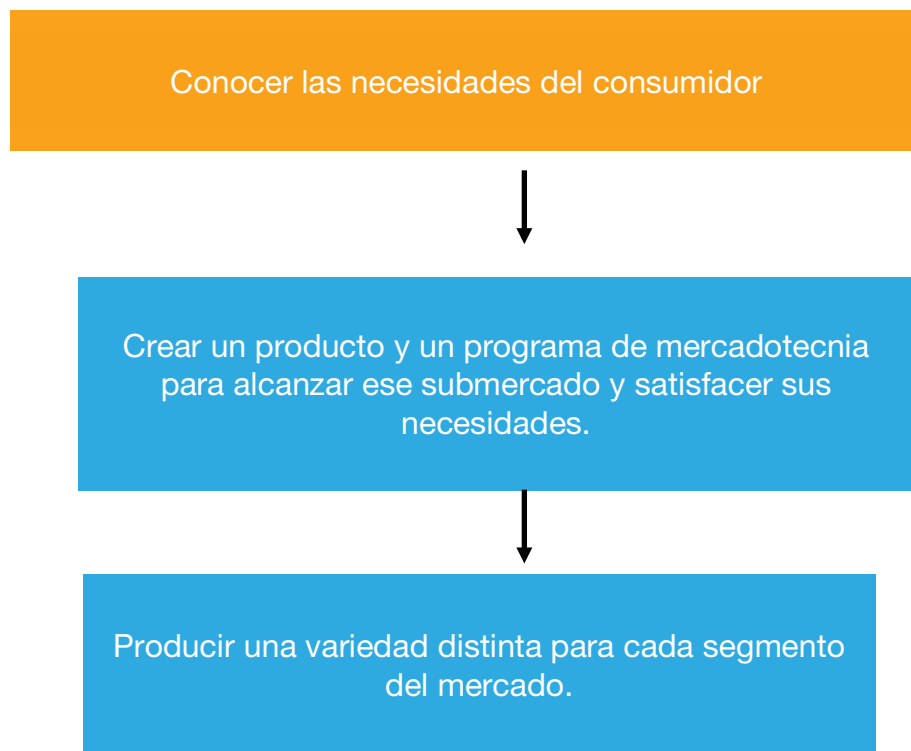


Figura 7: Proceso de segmentación de mercados.

8.1.4 ESTUDIO DE MERCADO PARA LA INTRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO.

El estudio de mercado tiene como finalidad cuantificar el número de individuos, empresas y otras entidades económicas generadoras de una demanda que justifique la puesta en marcha de un determinado programa de producción de bienes o servicios, sus especificaciones y el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por ellos.

Sirve de base para decidir si se lleva o no adelante de la idea inicial de inversión; pero, además, proporciona información indispensable para investigaciones posteriores del proyecto, como los estudios para determinar su tamaño, localización e integración económica.

La investigación de mercado implica realizar estudios para obtener información que facilite la práctica de la mercadotecnia, por ejemplo; conocer quiénes son o pueden ser los consumidores o clientes potenciales; identificar sus características: que hacen, donde compran, porque, donde están localizados, cuáles son sus ingresos, edades, comportamiento, etcétera. Cuanto más se conozca del mercado, mayores serán las probabilidades de éxito.

Además, la investigación de mercado tiene aplicaciones muy amplias, por ejemplo, en publicidad, ventas, precios, diseño y aceptación de envases, segmentación y potencialidad del mercado. Sin embargo, cuando se trata de un producto nuevo, la investigación se realiza sobre productos similares ya existentes, para tomarlos de referencia en las siguientes decisiones aplicables a la evolución del nuevo producto. Al respecto, las interrogantes tradicionales se refieren a:

- A. ¿Cuál es el medio publicitario más usado en productos similares al que se lanzara al mercado?
- B. ¿Cuáles son las características generales promedio en precio y calidad?

- C. ¿Qué tipo de envase es el preferido por el consumidor?
- D. ¿Qué problemas actuales tienen tanto el intermediario como el consumidor con los proveedores de artículos similares y que características le exigirán a un nuevo producto? (Ochoa,1997).

8.1.5 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

Las actividades de mercadotecnia contribuyen en forma directa a la venta de los productos de una organización. Con esto, no solo ayudan a la misma a vender sus productos ya conocidos, sino también crean oportunidades para realizar innovaciones. Esto permite satisfacer en forma mas completa las cambiantes para realizar innovaciones. Esto permite satisfacer en forma mas completa las cambiantes necesidades de los consumidores.

En la actualidad, las actividades de la mercadotecnia tienen gran importancia en la distribución de los recursos, tanto energéticos como alimenticios, ya que permiten hacer frente a las necesidades de una sociedad (Fischer, 2011).

A partir de información inicial, se desarrolla un concepto básico, o se conceptualiza la innovación tecnológica que se quiere realizar; en una segunda fase, se diseña un prototipo. Posteriormente, el diseño se adapta a su comercialización, y el o se transforma en una innovación al aplicarse un producto proceso, y finalmente, tras contrastar los resultados del proceso con la realidad, se rediseña o se re innova con un resultado final y común para los procesos: aumentar la competitividad de la empresa innovadora.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

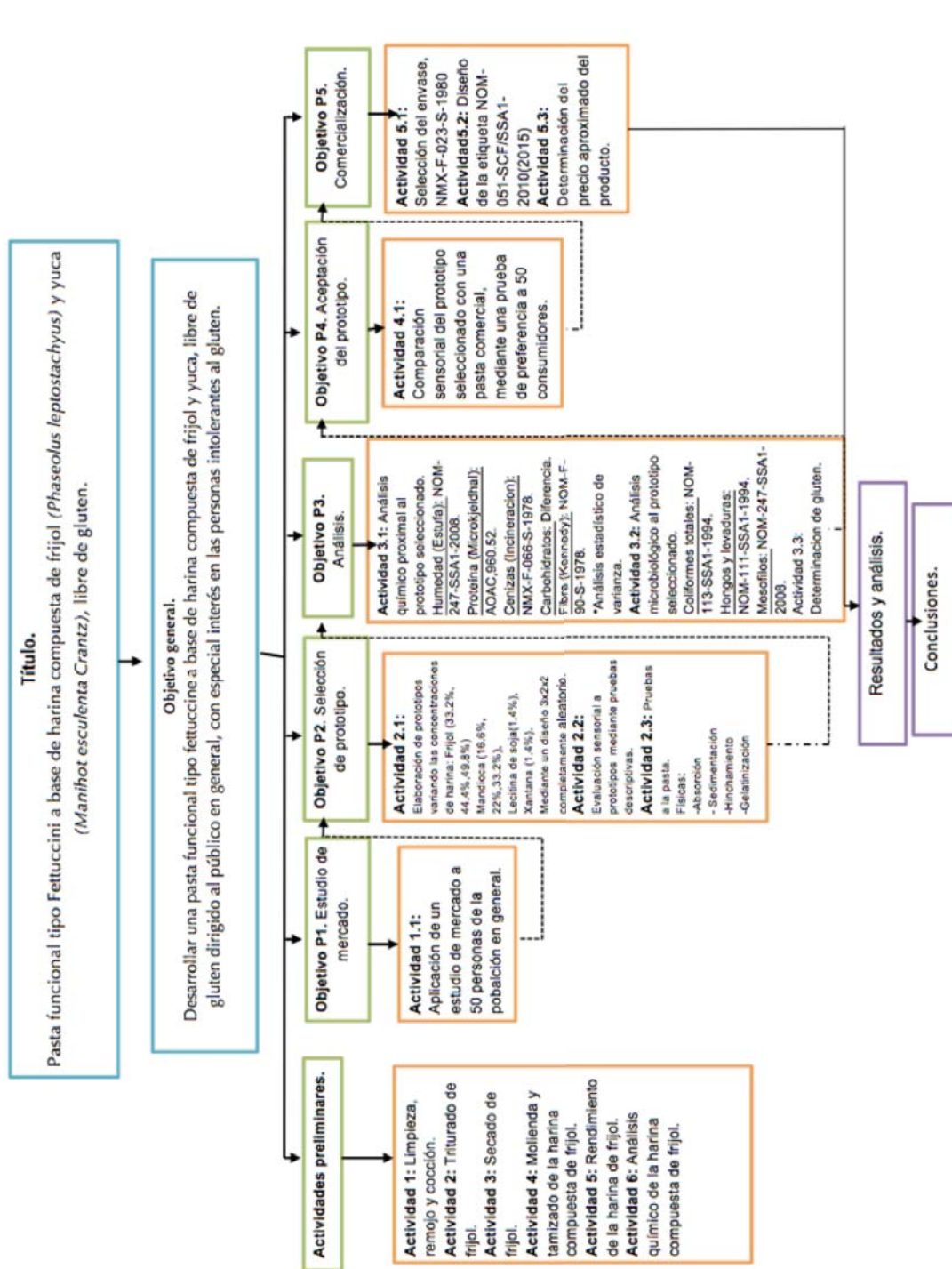
2.1 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar una pasta funcional tipo fettuccine a base de harina compuesta de frijol y yuca, libre de gluten dirigido al público en general, con especial interés en las personas intolerantes al gluten.

2.1.1 OBJETIVOS PARTICULARES.

1. Determinar la viabilidad de desarrollar una pasta funcional tipo fettuccine a base de harina compuesta de frijol y yuca, libre de gluten mediante un estudio de mercado aplicado a 50 personas de la población en general.
2. Desarrollar diferentes prototipos de una pasta tipo fettuccine, por medio de un diseño completamente aleatorio, variando las proporciones de harina compuesta de frijol y yuca, (1:1; 2:1 y 3:1) para elegir la mejor formulación mediante pruebas sensoriales descriptivas y pruebas físicas (tiempo óptimo de cocción, porcentaje de sedimentos, grado de absorción y grado de hinchamiento).
3. Realizar un análisis químico proximal y análisis microbiológico (cuenta de coliformes totales, mesófilos, mohos y levaduras) al prototipo seleccionado mediante técnicas oficiales para comprobar su funcionalidad hacia el consumidor y su calidad higiénica.
4. Aplicar una prueba sensorial afectiva a 50 consumidores para establecer la preferencia de la pasta descrita con respecto a una comercial.
5. Elegir el material del envase, y marca de la pasta en base a las características del producto, así como la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1/2010 (2015) para la correcta introducción al mercado.

2.2 CUADRO METODOLÓGICO.



2.3 ACTIVIDADES PRELIMINARES.

Se elaboró una harina compuesta de frijol mediante la siguiente metodología.

2.3.1 LIMPIEZA, REMOJO Y COCCIÓN DEL FRIJOL.

Se compraron 2 kilogramos de frijol bayo (*Phaseolus vulgaris L.*) de la marca La Sierra lote: M8810918, en el supermercado Walmart, el cual se limpió para eliminar las impurezas como piedras, cascarillas o frijoles en mal estado. Posteriormente se remojaron con agua potable durante 14 horas para eliminar compuestos anti nutricionales del frijol y además obtener una textura más suave para facilitar la cocción.

La cocción se llevó a cabo en una olla bajo presión marca (Ecko, Modelo 609167) a una temperatura de 90°C durante 45 min.

2.3.2 TRITURADO DE FRIJOL.

Se llevó a cabo la molienda en un procesador de alimentos marca Oster, para reducir el tamaño de partícula del frijol y así facilitar el secado.

2.3.3 SECADO DE FRIJOL.

En el secado se utilizó un horno de convección marca Figursa, modelo HDF-48, a una temperatura de 75°C durante 4 horas para obtener una humedad en la harina de frijol mínima de 6%. Consistió en introducir charolas de aluminio con la muestra de frijol previamente molido con un contenido aproximadamente de 250g, colocando una charola en cada nivel de horno de convección.

Para poder conocer el tiempo del secado, se verificó la humedad cada 15 minutos con una determinada muestra. Se elaboró una curva de secado de la harina compuesta de frijol.

2.3.4 MOLIENDA Y TAMIZADO DE HARINA DE FRIJOL.

Una vez seco el frijol, se llevó a cabo la molienda en un molino para café marca Hamilton Beach y modelo 80392, para reducir el tamaño de partícula y obtener la harina compuesta de frijol. Posteriormente se tamizó la harina compuesta de frijol con los tamices de los números 20, 40 y 60, para asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma de cereales y harinas (NOM-247-SSA1-2008).

2.3.5 RENDIMIENTO DE LA HARINA DE FRIJOL.

Se realizó un análisis granulométrico a la harina compuesta de frijol, utilizando una balanza digital Sauter, modelo D-7470 para conocer la cantidad retenida en cada malla. Mediante el peso final de la muestra que se empleo después del secado y del tamizado, empleando la ecuación del % de rendimiento.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso final (g)}}{\text{peso inicial (g)}} \times 100$$

2.3.6 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE FRIJOL.

Debido a la composición química que tienen las materias primas, solo se decidió realizar los análisis químicos a la harina compuesta de frijol, debido a que la yuca contiene bajos porcentajes de nutrientes y alto contenido de almidón. Cada análisis fue realizado por triplicado, a excepción de fibra cruda y grasa ya que a estos fue por duplicado, a estos resultados se les aplicó un tratamiento estadístico (promedio, desviación estándar y coeficiente de variación).

2.3.1.6.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR TERMOBALANZA ANÁLOGA (NMX-F-083-1986).

Se determinó el contenido de humedad a la harina compuesta de frijol mediante la termobalanza, llevando acabo dos repeticiones. Se basa en la pérdida de peso de la muestra evaporando el agua libre.

Equipo utilizado:

- Estufa marca Riossa.
- Balanza Sauter modelo GMBH D-7470.

2.3.1.6.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA MÉTODO DE MICRO KJELDAHL (AOAC 960.52, 1998).

Destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoniaco, el que se destila recibéndolo en ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

Equipo utilizado:

- Digestor marca LabConco
- Destilador marca FIGURSA modelo DMK-650

Calculo:

$$\%N_2 = \frac{(HCLmL - blanco mL)(NHCLmL)(0.014)}{muestra (g)}(100)$$

$$\% Proteína = \%N * 6.25$$

Donde:

Miliequivalente del nitrógeno: 0.014

Factor de conversión para leguminosas: 6.25

2.3.1.6.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS POR EL MÉTODO (NMX-F-066-S-1978).

Este método se basa en la descomposición de la materia orgánica por calcinación, obteniendo materia inorgánica de la muestra.

Equipo utilizado:

- Mufla marca Blue M. Modelo M25A-2A.
- Estufa marca Rios Rocha modelo H-48.
- Balanza Sauter modelo GmbH D-7470.

Calculo:

$$\%Cenizas = \frac{P - p}{M} (100)$$

Donde:

P: Peso del crisol con ceniza (g).

p: Peso del crisol vacío (g).

M: Muestra (g).

2.3.1.6.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA MÉTODO KENNEDY (LESS, 1989).

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 utilizado:

- Balanza Sauter modelo GmbH D-7470.
- Digestor marca LABCONCO modelo 30021-L.
- Mufla marca Blue M. Modelo M25A-2A.

Calculo:

$$\%Fibra = \frac{[(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})]}{M} (100)$$

Donde:

Ps: Papel con fibra y cenizas (g).

Pp: Papel (g).

Pc: Crisol con cenizas (g).

Pcp: Crisol sin cenizas (g).

M: Peso de la muestra (g).

2.4 OBJETIVO PARTICULAR 1.

ACTIVIDAD 2.4.1 ESTUDIO DE MERCADO.

El estudio de mercado tiene como finalidad cuantificar el número de individuos, empresas y otras entidades económicas generadoras de una demanda que justifique la puesta en marcha de un determinado programa de producción de bienes o servicios, sus especificaciones y el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por ellos.

Sirve de base para decidir si se lleva o no adelante la idea inicial de inversión; pero además, proporciona información indispensable para investigaciones posteriores del proyecto, como los estudios para determinar su tamaño, localización e integración económica.

También permite identificar los elementos que se deben tomar en cuenta no sólo en la evaluación del proyecto de inversión, sino en la estrategia de construcción y operación de la unidad económica que se analiza (Alegre Luis, 1995).

Se elaboró un estudio de mercado con la finalidad de conocer la viabilidad del producto hacia los consumidores intolerantes al gluten y a personas en general.

Se realizó una encuesta en línea con la aplicación Survey Monkey que consta de 10 preguntas, la cual fue diseñada para obtener información de una muestra poblacional, se aplicó a 50 personas de edad y sexo indistinto para conocer las preferencias de los consumidores o bien si es viable la introducción al mercado de la pasta tipo fettuccine de harina compuesta de frijol y trigo, el cuestionario aplicado se muestra en la Figura 8, los resultados se trataran mediante porcentajes de rechazó y aceptación de producto, aplicando a gráficos estadísticos.

ESTUDIO DE MERCADO

Sexo _____ Edad: _____

1. ¿Conoces el termino celiaco?
 - a) Si
 - b) No
 - c) Si, ¿Que sabes acerca de el?
2. ¿Has consumido productos libres de gluten?
 - a) Si
 - b) No
3. ¿Qué tipo de pasta consumes frecuentemente?
 - a) Pasta común
 - b) Pasta libre de gluten
 - c) Pasta a base de otro cereal o legumbre.
4. ¿Consumirías productos para celiacos sin serlo?
 - a) Si
 - b) No
5. ¿Comprarías pasta libre de gluten?
 - a) Si
 - b) No
6. ¿Conoces los beneficios del frijol?
 - a) Si
 - b) No
7. ¿Comprarías algún producto con yuca?
 - a) Si
 - b) No
8. ¿Comprarías una pasta libre de gluten a base de harina de frijol y yuca?
 - a) Si
 - b) No
9. En donde te gustaría adquirir este producto?
 - a) Tiendas departamentales
 - b) Restaurantes
 - c) Supermercados
10. ¿Cuánto estas dispuesto a pagar por una presentación de 340g de pasta tipo Fetuccine de frijol y yuca?
 - a) \$ 30
 - b) \$ 60
 - c) \$ 90

Figura 8: Formato del cuestionario aplicado para el estudio de mercado.

2.5 OBJETIVO PARTICULAR 2.

ACTIVIDAD 2.5.1 ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS.

Se elaboraron diferentes prototipos con base en la formulación de una pasta artesanal libre de gluten la cual se muestra en la Tabla 3, utilizando un diseño factorial de tres factores y completamente aleatorizados, variando las concentraciones de harina de frijol yuca (1:1, 2:1, 3:1), de goma xantana y lecitina de soja (1.4% - 0%, 0.7% - 0.7%, 0% - 1.4%).

Se obtuvieron 12 formulaciones de acuerdo al diseño estadístico.

Tabla 3: Formulación de pasta artesanal.

INGREDIENTE	G	%
Harina de trigo	300	72.28
Agua	80	19.27
Sal	15	3.61
Aceite	15	3.61

Ref: Instituto Nacional del Emprendedor, 2019

Tabla 4: Formulaciones en % de los diferentes prototipos propuestos.

PROTOTOPIOS	HARINA DE FRIJOL %	HARINA DE YUCA %	AGUA %	ACEITE VEGETAL %	SAL %	XANTANA %	LECITINA DE SOJA %
P1	44.4	22.2	20	10.2	2	0	0
P2	44.4	22.2	20	10.2	2	1.5	0
P3	44.4	22.2	20	10.2	2	0	1.5
P4	44.4	22.2	20	10.2	2	0.75	0.75
P5	33.2	33.2	20	10.2	2	0	0
P6	33.2	33.2	20	10.2	2	1.5	0
P7	33.2	33.2	20	10.2	2	0	1.5
P8	33.2	33.2	20	10.2	2	0.75	0.75
P9	49.8	16.6	20	10.2	2	0	0
P10	49.8	16.6	20	10.2	2	1.5	0
P11	49.8	16.6	20	10.2	2	0	1.5
P12	49.8	16.6	20	10.2	2	0.75	0.75

ACTIVIDAD 2.5.2 ESTANDARIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PROCESO.

Se estandarizaron las condiciones para la elaboración de los prototipos, se determinó un diagrama de proceso, adaptado para la elaboración de la pasta.

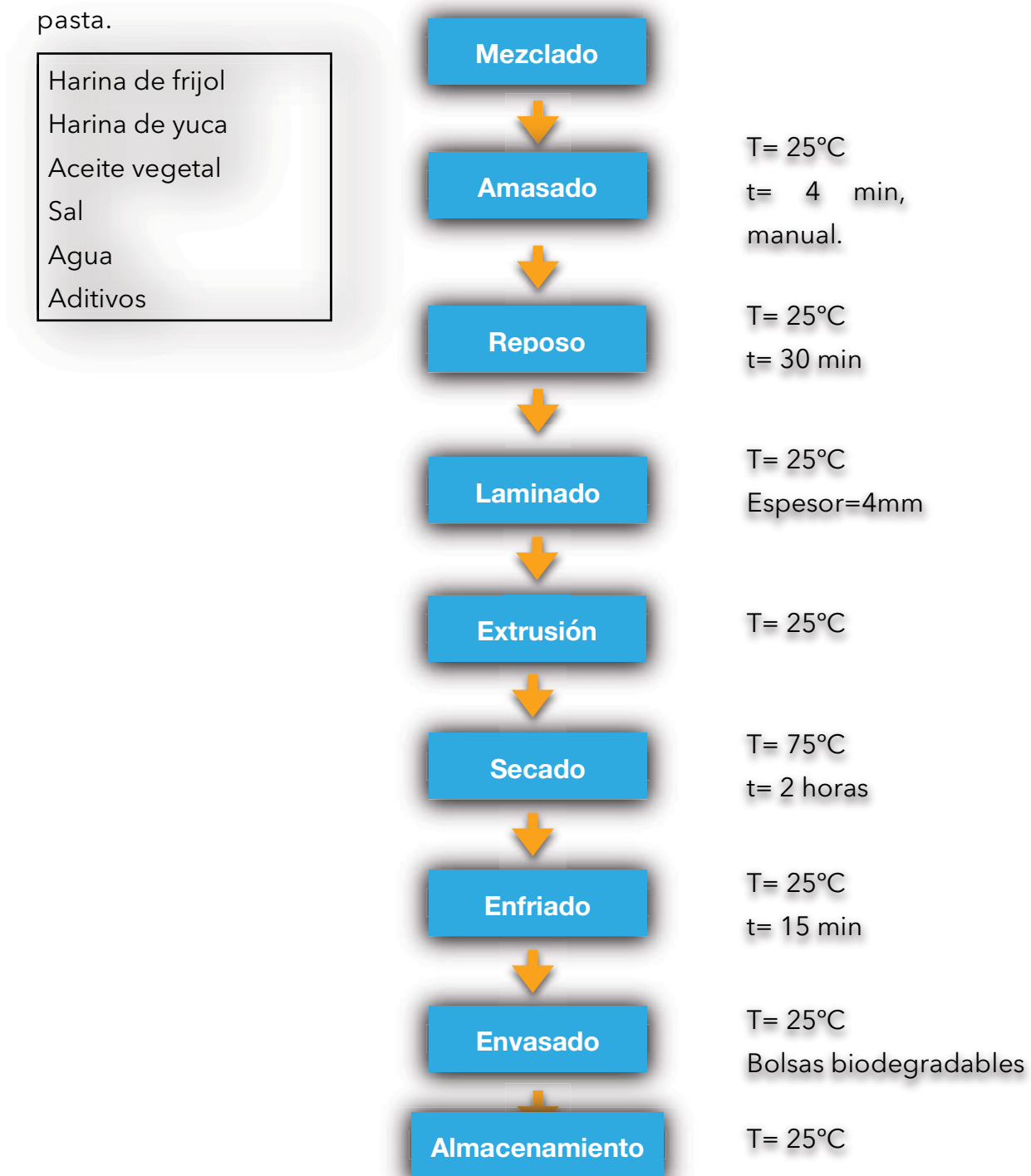


Figura 9: Diagrama de proceso para la elaboración de la pasta.

ACTIVIDAD 2.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL A PROTOTIPOS MEDIANTE UNA PRUEBA DE ORDENAMIENTO.

Se realizó la evaluación sensorial a los prototipos desarrollados en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la FES Cuautitlán, aplicando una prueba de aceptabilidad a 50 jueces semientrenados, de ambos sexos y de edades de entre 18-25 años, a través de estudiantes de la carrera de Ingeniería en alimentos, en donde se les pidió a los jueces que ordenaran de manera decreciente el agrado de cada muestra, Figura 10.

PASTA FUNCIONAL TIPO FETTUCCINE A BASE DE HARINA DE FRIJOL Y YUCA.	
NOMBRE _____	FECHA _____
Frente a usted se presentan 5 muestras de pasta tipo Fettuccine con diferentes porcentajes de harinas, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a su sabor, color, textura.	
Favor de ordenar de acuerdo con su preferencia colocando en el número la de mayor agrado en el orden decreciente.	
MUESTRAS	
1. _____	
2. _____	
3. _____	
4. _____	
5. _____	
COMENTARIOS	

Figura 10: Cuestionario de evaluación sensorial para la pasta tipo fettuccine de harina de frijol y yuca.

ACTIVIDAD 2.5.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EVALUACIÓN SENSORIAL.

Los datos obtenidos en la actividad 2.5.3 se analizaron por medio de un Análisis estadístico mediante una prueba de Freidman en el paquete Rcommander para así conocer los porcentajes de aceptación de las muestras experimentadas.

ACTIVIDAD 2.5.3: PRUEBAS FISICAS DE CALIDAD DE PASTAS.

Se evaluó la calidad de los prototipos elaborados, para compararlos respecto a una pasta de trigo convencional, las técnicas empleadas se describen a continuación.

Tiempo óptimo de cocción:

Se pesaron 15g de pasta seca, se introdujeron en un vaso de precipitados que contenía 100 mL de agua en ebullición, a partir de que se vertió la pasta se tomó el tiempo y cada minuto a partir de ese momento se tomó una muestra de pasta y se procedió a verificar su cocimiento de la siguiente manera: la muestra de pasta se oprimió entre dos vidrios de reloj, la presencia de puntos blancos en el vidrio fue señal de que la pasta no estaba completamente cocida, por lo que requirió mayor tiempo de cocimiento. Una vez que el vidrio no presento puntos blancos, se registró el tiempo, el cual se tomó como tiempo de cocimiento (Hoseney, 1998; Kent, 1987).

Equipo:

- Parrilla eléctrica de placa con termostato.

Porcentaje de sedimentos:

Se utilizó el agua de la prueba de tiempo óptimo de cocción, se homogenizó un agitador magnético y se tomaron 15 mL en tubos de ensayo. Posteriormente se centrifugaron en una centrifuga por un tiempo de 15 minutos a una velocidad de 4000 rpm. (Bustos Z., et al., 2007).

Se determinó como porcentaje de sedimentación con la siguiente formula:

$$\% \text{ de sedimentos} = \frac{\text{mL sedimentados} * 100}{\text{mL en el tubo}}$$

Equipo:

- Centrifuga clínica marca Damon/lec.

Ganancia de peso:

Se pesaron 15g aproximadamente de pasta seca de cada muestra de los prototipos, se cocieron de acuerdo al tiempo obtenido en la prueba de tiempo óptimo de cocción. Una vez cocida la pasta, se depositó en un colador, se dejó escurrir por 10 min y se pesó. La ganancia de peso se expresó en porcentaje y se calculó por diferencia entre el peso de la pasta seca y el peso de la pasta cocida y escurrida (Bustos Z., et al., 2007).

$$\text{Ganancia de peso} = g \text{ de pasta seca} - g \text{ de pasta cocida}$$

Tolerancia a la cocción:

Se cocieron 5 trozos de muestra de pasta en las condiciones establecidas en la determinación de tiempo óptimo de cocción.

Se continuó cocinando hasta que se observará tres trozos de pasta agrietados o desechos, ese tiempo se registró como el tiempo de desintegración de la pasta.

De acuerdo a la NOM-F-23-S-1980, la pasta debe soportar ebullición durante 15 minutos sin deshacerse.

2.6 OBJETIVO PARTICULAR 3.

ACTIVIDAD 2.6.1: ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL AL PROTOTIPO ELEGIDO.

Se realizaron al prototipo seleccionado las determinaciones del análisis químico proximal. Se le determinaron humedad, cenizas, proteínas, lípidos, fibra cruda y carbohidratos.

Las determinaciones se realizaron por triplicado, Tabla no. 5.

Posteriormente se trataron estadísticamente obteniendo el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada prueba.

Tabla 5: Análisis químico proximal al prototipo seleccionado.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	CALCULO
Grasa	Soxleth (NMX-F-089-S-1978)	$\%Extracto\ etéreo = \frac{(P - p)}{M} (100)$
Fibra	Kennedy (Less, 1982)	$\%Fibra\ cruda = \frac{[(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})]}{M} (100)$
Cenizas	Klemm (NMX-F-066-S-1978)	$\%Cenizas = \frac{P - p}{M} (100)$
Proteína	Microkjeldahl (AOAC 12.1.07, 1984)	$\%Proteína = \%N * FACTOR$
Carbohidratos	Diferencia	Directo

ACTIVIDAD 2.6.2: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL PROTOTIPO SELECCIONADO.

Se llevó a cabo el análisis microbiológico al prototipo elegido, para comprobar su calidad higiénica. Se realizaron 3 diluciones, con 2 repeticiones para cada una de las determinaciones y un testigo, Tabla no. 6.

Tabla 6: Análisis microbiológico al producto.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	MEDIO DE CULTIVO
Mesófilos aerobios	NOM-092-SSA1-1994	Agar nutritivo
Coliformes totales	NOM-113-SSA1-1994	Agar Mac Conkey
Mohos y levaduras	NOM-111-SSA1-1994	Agar papa dextrosa

Equipo:

- Parrilla de calentamiento con agitación.
- Autoclave Presto Steele, Modelo 21.
- Horno de calor seco (Estufa) MAPSA, modelo HDP-334.
- Incubadora con termostato GCA Corporación, Modelo 4 a 35°C.

Preparación del material de vidrio y medios de cultivo:

1. Lavar perfectamente las cajas de Petri (o adquirir las cajas ya esterilizadas), pipetas, mortero (en dado caso si se requiere homogeneizar la muestra), vidrio de reloj con ayuda de un escobillón y detergente. Enjuagar con abundante agua corriente.
2. Escurrir el exceso de agua y enjuagar el material con agua destilada con una piseta, por las paredes interiores. Dejar escurrir el material sobre una toalla o papel de envoltura. No debe secar el material por ningún otro medio.
3. Una vez seco el material, se procederá a envolver el material con papel de estraza. Para las pipetas se elaborarán tapones de algodón, procurando que ajusten con holgura, sobre los que finalmente se les colocará un capuchón de papel.

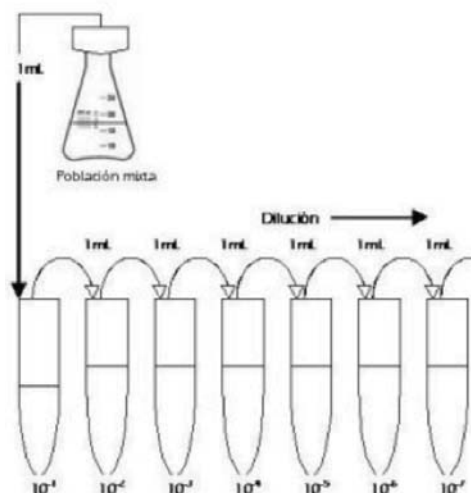
Los materiales y los medios de cultivo se esterilizarán en autoclave de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1. Revisar que el nivel de agua coincida con la marca en el matraz indicado. En caso necesario añadir agua destilada.
2. Conectar la autoclave y poner los mecheros en calentamiento alto. Acomodar los medios y materiales en la canasta de la autoclave y colocarla dentro.
3. Cerrar la autoclave, apretar las manijas. Después cerrar un orificio con la válvula de seguridad.
4. Dejar que el equipo se caliente hasta alcanzar los 121°C o 15 lbs de presión revisando continuamente la escala del manómetro. Una vez alcanzada esta temperatura deberá bajarse el nivel de calentamiento moviendo la perilla del mechero al nivel medio o bajo.
5. Mantener el equipo en estas condiciones durante 15 minutos.

Preparación de las diluciones:

1. Se esterilizaron 90mL de agua destilada en un matraz de con 250mL tapa, así como 3 tubos de ensayo con 9mL de agua destilada cada uno, en una autoclave a 120°C por 15 minutos.
2. Posteriormente se tomaron 10g de pasta y se trituraron en un mortero previamente estéril.
3. Los 10g de pasta triturados se vaciaron en el matraz, y se agitó vigorosamente formando la dilución 10^{-1} .
4. Se tomo 1mL de la dilución 10^{-1} con una pipeta previamente estéril y se vació en uno de los tubos de ensayo, se agito nuevamente para formar la dilución 10^{-2} .
5. Finalmente se tomó 1mL de la dilución 10^{-2} con otra pipeta estéril y se vació en el tercer tubo de ensayo, para formar la dilución 10^{-3} , como se muestra en la Figura 11.
6. Apagar la autoclave y dejar que baje la presión al valor de "0". Quitar la válvula de seguridad y con la ayuda de guantes de asbesto o una jerga húmeda abrir cuidadosamente la puerta, de adelante hacia atrás para evitar quemaduras por la salida del vapor.
7. El material se colocará en la estufa a 90 °C durante 2 horas. Después de sacarlas, dejarlas enfriar y abrir los paquetes únicamente en área aséptica.

Figura 11: Acomodo de las diluciones.



Preparación de los medios de cultivo y su distribución en las cajas Petri:

1. Preparar el agar rojo violeta bilis (ARVB), agar-papadextrosa (APD), agar de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
2. Tomar 1mL de cada una de las diluciones, con una pipeta estéril para cada dilución, colocar en cajas Petri previamente estériles por duplicación para cada una de las diluciones.
3. Posteriormente verter aproximadamente 10mL de los medios.
4. Mezclar cuidadosamente con ligeros movimientos circulares: seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos de izquierda a derecha y seis movimientos en forma de 8.
5. Tomar una caja Petri más y verter 10mL del medio, siendo esta la caja control para verificar la esterilidad del medio.
6. Las mezclas se dejaron solidificar en una superficie plana.
7. Una vez solidificadas, las cajas fueron volteadas e introducidas en la incubadora a 35°C, durante 24 y 48h.
8. En el caso de mesófilos aerobios se cambia el medio e incubando a 37°C \pm 2°C, durante 48h.
9. Se sigue el mismo procedimiento descrito, como se muestra en la Figura 12.
10. Para la cuenta de coliformes totales se cambiará el medio a agar-papadextrosa e incubadas a 35°C \pm 2°C, durante 5 días.
11. Pasando el tiempo de incubación, las cajas fueron retiradas y se prosiguió con el conteo de las colonias formadoras.

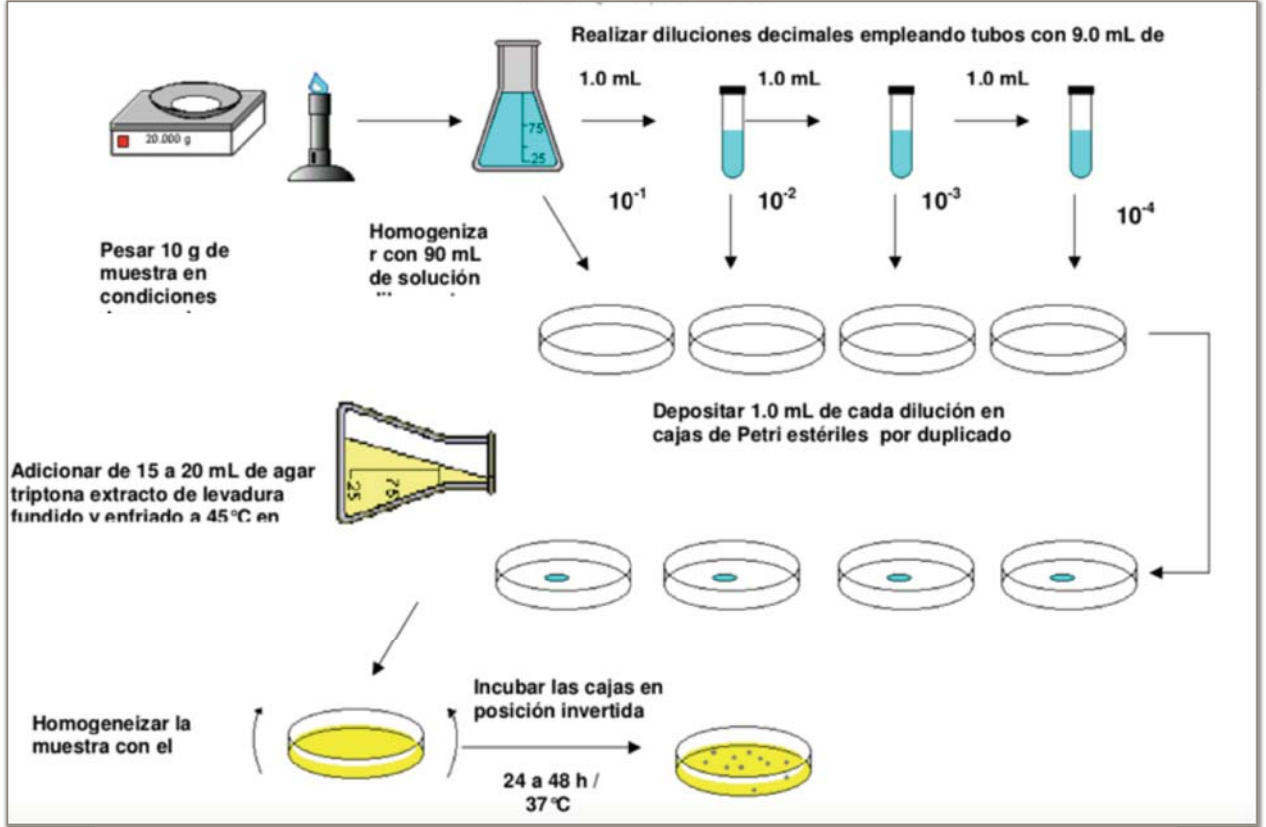


Figura 12: Preparación de las disoluciones.

Determinación de cuenta en coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994).

El grupo de los microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas.

Fundamento:

Utilizar el medio de agar rojo violeta bilis, Agar Mc Conkey, o agar EMB para determinar la presencia de coliformes, bacilos gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que a 35°C por un lapso de 24h fermentan formando ácido, ocasionando en las colonias desarrolladas el viraje del indicador rojo presente en el medio y la precipitación de las sales biliares.

Equipo:

- Autoclave Presto steele modelo 21.
- Incubadora con termostato GCA, modelo 4.
- Estufa eléctrica MAPSA, modelo HDP-334.

Procedimiento:

- I. Una vez solidificadas, las cajas fueron volteadas e introducidas en la incubadora a 35°C, durante 24 y 48h.
- II. Pasado el tiempo de incubación, las cajas fueron retiradas y se prosiguió con el conteo de las colonias formadoras.

Calculo:

- I. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares.
- II. Contar las colonias presentes. Calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente.
- III. Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliformes por 1/d por gramos, en donde d es el factor de dilución (NOM-113-SSA1-1994).

Determinación de cuenta en mesófilos aerobios (NOM-247-SSA1-2001).

Fundamento:

Esta técnica no pretende detectar a todos los microorganismos presentes, pero el medio de cultivo, las condiciones de temperatura y la presencia de oxígeno, permiten seleccionar grupos de bacterias cuya presencia es importante en diferentes alimentos: las bacterias mesófilas aerobios son un indicador general de la población que pueden estar presente en una muestra y, por lo tanto, da la higiene con que ha sido manejado el producto.

Equipo:

- Autoclave Presto steele modelo 21.
- Incubadora con termostato GCA, modelo 4.
- Estufa eléctrica MAPSA, modelo HDP-334.

Procedimiento:

- I. Se preparó el agar de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- II. Se sigue el mismo procedimiento descrito para la cuenta de coliformes totales, cambiando solo el medio selectivo e incubando a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 48h.

Calculo:

Seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 25 y 250 unidades formadoras de colonias, para disminuir el error en la cuenta.

- Placas con menos de 25 colonias.

Cuando las placas corridas para la menor dilución muestran cuentas de menos de 25 colonias, contar el número de colonias presentes en dicha dilución, promediar el número de colonias y multiplicar por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa (NOM-247-SSA1-2008).

- Placas con más de 250 colonias.

Cuando el número de colonias por placa exceda de 250, contar las colonias en aquellas porciones de la placa que sean representativas de la distribución de colonias (NOM-247-SSA1-2008).

- Placas sin colonias.

Cuando las placas de todas las diluciones no muestran colonias, reportar la cuenta en placa como menor que una vez el valor de la dilución más baja usada (NOM-247-SSA1-2008).

Reportar como Unidades Formadoras de Colonias, ___ UFC/g o mL, de bacterias aerobias en placa en agar, incubadas_____ horas a ____ °C (NOM-247-SSA1-2008).

Determinación de cuenta en mohos y levaduras (NMX-F-255-1978).

Método de conteo de hongos y levaduras en alimentos. Los hongos y levaduras son microorganismos que tienen interés como causa de alteración. Ciertos hongos pueden producir al desarrollarse en animales y en el hombre, sustancias que genéricamente reciben el nombre de micotoxinas.

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 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Equipo:

- Autoclave Presto steele modelo 21.
- Incubadora con termostato GCA, modelo 4.
- Estufa eléctrica MAPSA, modelo HDP-334.

Procedimiento:

- I. Se preparo el agar-papa dextrosa (APD) de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- II. Se sigue el mismo procedimiento descrito para la cuenta de coliformes totales, cambiando solo el medio selectivo a agar-papadextrosa e incubadas a $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, durante 5 días.

Calculo:

- I. Contar las colonias de hongos incubadas a +/- 25°C.
- II. Multiplicar por la inversa de la dilución e informar "Cuenta de hongos en placas agar papa dextrosa acidificada e incubada durante 5 días a +/- 25°C", por gramo o mililitro de la muestra.

2.7 OBJETIVO PARTICULAR 4.

ACTIVIDAD 2.7.1: COMPARACIÓN DEL PROTOTIPO ELEGIDO CON UNA PASTA COMERCIAL, MEDIANTE UNA PRUEBA DE PREFERENCIA.

Se realizó una prueba de preferencia para evaluar la competitividad del prototipo seleccionado, respecto a una pasta comercial. La pasta comercial usada pertenece a la marca RUMMO con las mismas características físicas del producto estudiado.

La prueba se aplicó a 50 personas de sexo indistinto, de la comunidad universitaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Se les proporcionaron dos muestras: la muestra del prototipo seleccionado y la muestra de la pasta comercial; así como un vaso con agua para tomar entre la degustación de cada muestra.

El cuestionario se presenta en la Figura 13 en el cual se podía seleccionar la muestra de su mayor agrado y un comentario.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

Frente a usted hay dos muestras de pasta tipo Fettuccini libre de gluten, usted debe probar primero la muestra 134 y luego la muestra 598

¿Cual de las dos muestras prefiere? Marque con una X la muestra elegida.

134 598

¿Por que la eligió?

COMENTARIOS:

Figura 13: Formato del cuestionario de evaluación sensorial.

ACTIVIDAD 2.8.1: SELECCIÓN DEL ENVASE NMX-F-023-S-1980.

Se buscó un envase que representará la esencia del producto y además que estuviera ligado con la naturaleza del producto, biodegradable, orgánico y de calidad.

Es imprescindible proporcionar al consumidor la máxima garantía de calidad, fiabilidad y seguridad en la pasta funcional tipo fettuccine. Debido a que la gran mayoría de los alimentos se dañan con facilidad, por lo que es obligatorio asegurar ciertas condiciones relativas a la manipulación y la conservación de la pasta, para que llegue al consumidor en las mejores condiciones.

Es importante que el diseño del envase, permita conservar en óptimas condiciones la pasta, por lo que se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- El envase debe evitar la exposición de la pasta a la luz solar lo más posible, ya que posee grasas que se pueden oxidar y a causa de esto la pasta puede tener un sabor rancio.
- Debido a que la pasta es frágil se necesitará un envase resistente, que permita transportarla de manera segura y sin sufrir daños.

ACTIVIDAD 2.8.2: DISEÑO DE ETIQUETA.

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente visible e indeleble, considerando elementos ya establecidos en la Norma Oficial Mexicana 051-SCFI/SSA1-2010 (2015) con los siguientes datos:

- Denominación del producto.
- Nombre comercial o marca comercial registrada.
- El "Contenido Neto" de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Comercio.
- Lista completa de ingredientes y aditivos en orden de proporción decreciente.
- Nombre o razón social del fabricante y domicilio donde se elaboró el producto.
- La leyenda "HECHO EN MEXICO".
- Clave con numero de lote y fecha de fabricación, (NMX-F-023-S-1980).

ACTIVIDAD 2.8.3: DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL PRODUCTO.

Los factores más importantes que se consideran al establecer un precio de la pasta tipo fettuccine a base de harina de frijol y yuca son las siguientes:

- Identificación del mercado meta o nicho al que se dirigirá la pasta, además de donde se encuentran los consumidores potenciales de este tipo de productos, que edades tienen, cuantos son y cómo actúan.
- Evaluar la oferta de los competidores, así como cuál es el precio que actualmente está ofreciendo los competidores. Para así evaluarlo en términos de: si es un precio elevado, muy bajo o un precio razonable.
- Se establecerá los costos que se deben cubrir para la elaboración del producto, es decir, la materia prima de la que se está hecha la pasta. Así como el costo de producción de la harina de frijol.
- Porcentaje de utilidad deseado se definirá una vez que se identifique los costos de producción.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

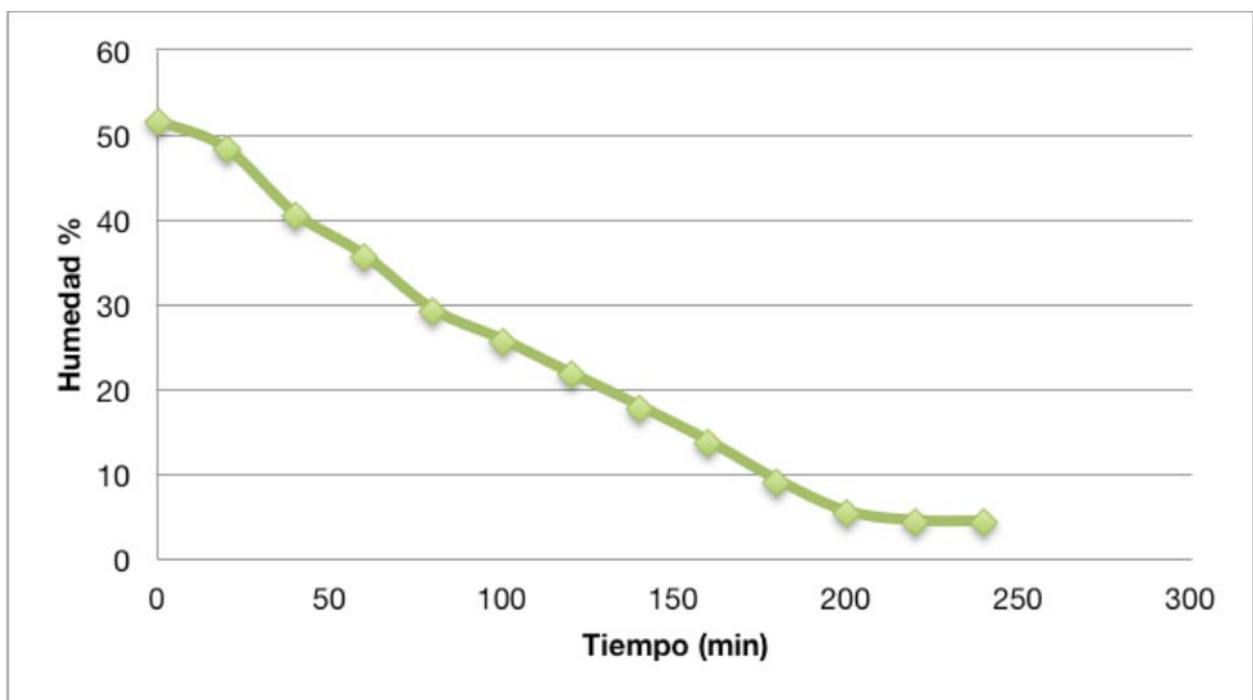
3.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES.

3.1.1 RENDIMIENTO DE LA HARINA DE FRIJOL.

El frijol triturado fue secado una temperatura de 75°C en la estufa, en charolas con 250g en cada una de ellas por 4 horas, Cada 15 minutos se tomaron muestras para conocer el contenido de humedad que tenía, la operación termino cuando se obtuvo un porcentaje de humedad del 5% en cada muestra.

De esta forma se obtuvo una curva de secado de la harina, como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 1: Curva de secado del triturado de la harina de frijol.



Se puede observar que la harina de frijol perdió considerablemente su porcentaje de humedad, fue lento el proceso por las condiciones de temperatura, con un rango de 70 a 75°C, la humedad se mantuvo constante a las 4 hrs.

Después del horneado de la harina se empleo una segunda molienda con un molino de café marca Halmilton Beach, modelo 80392, después de la trituración, se paso la harina por un tamizado para obtener el tamaño de partícula deseado mediante 3 diferentes números de malla (20, 40, 60). Los resultados del análisis granulométrico se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7: Análisis granulométrico de la harina de frijol.

No. de malla	Masa retenida (g)	Apertura de la malla que pasa (in)	Apertura de la malla que retiene (in)	Xi (g)	Dpi (in)	Fracción total acumulada retenida	Fracción total acumulada pasada
20	0		0.0331	0	0.0 16 55	0	1
40	0	0.0331	0.0164	0	0.0 24 75	0	1
60	19.5	0.0164	0.0098	0.195	0.0 13 1	1.195	0.805

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis granulométrico de la harina de frijol que se muestra en la Tabla 7, el tamaño de la harina depende de el tamiz que se utilice, en este caso se utilizó un tamiz de numero 60 para obtener un tamaño de partícula similar al de una harina y así fuera más fácil el mezclado de los ingredientes y que en la formación de

la pasta no se tuvieran partículas de tamaños grandes que pudieran ser desagradables para el consumidor.

De los 2 kilogramos de frijol que fueron molidos solo se obtuvieron 1.7 kg de harina por lo que se puede decir que se obtuvo un rendimiento del 85%. Como producto de la molienda se obtuvo una harina de color muy claro y opaco como es propio de una harina de trigo común, además de conservar el sabor propio del frijol.

3.1.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE FRIJOL.

La tabla no. 8 muestra los resultados obtenidos de los análisis químicos ya mencionados que se le realizaron a la harina de frijol para ello se realizaron de dos a tres repeticiones de cada determinación, comparándolos con resultados obtenidos de la fuente bibliográfica (FUNIBER, 2019).

Tabla 8: Análisis granulométrico de la harina de frijol.

DETERMINACIÓN	% EXPERIMENTAL	D. ESTANDAR	C.V.	REFERENCIAS
Humedad	4.53	0.0577	1.2582	6
Proteína	28.02	0.6493	2.3172	29.2
Cenizas	1.26	0.1313	10.3934	1.14
Fibra	3.16	0.0282	0.8924	4.3

El porcentaje de humedad se encuentra en un rango muy bajo ya que las harinas deben tener una humedad de 6% según la literatura, debe ser así por las condiciones climáticas donde puede ser transportados.

Los resultados fueron satisfactorios ya que la intención de añadir la harina compuesta de frijol fue que la pasta tuviera un aporte nutricional alto y así superara el contenido proteico de las pastas comerciales.

El contenido de cenizas revelo una determinación eficiente por el parecido con la literatura y esto se debe a que tiene un alto contenido de minerales la materia prima.

El contenido de fibra está en promedio con el de la literatura, lo cual es favorable ya que ayuda a incrementar el aporte nutricional.

4.1 OBJETIVO PARTICULAR 1.

4.1.1 ACTIVIDAD 1.1: ESTUDIO DE MERCADO.

El estudio de mercado se realizó a 50 personas de un rango de edades de 18 a 50, las cuales eran de un público en general.

En las siguientes figuras se mostrarán los datos obtenidos de este estudio de mercado, que se realizó con la aplicación Survey monkey.

En la primera pregunta (Fig.14) se cuestionó el conocimiento del término celíaco, para saber a profundidad si el mercado conoce el tipo de enfermedad.

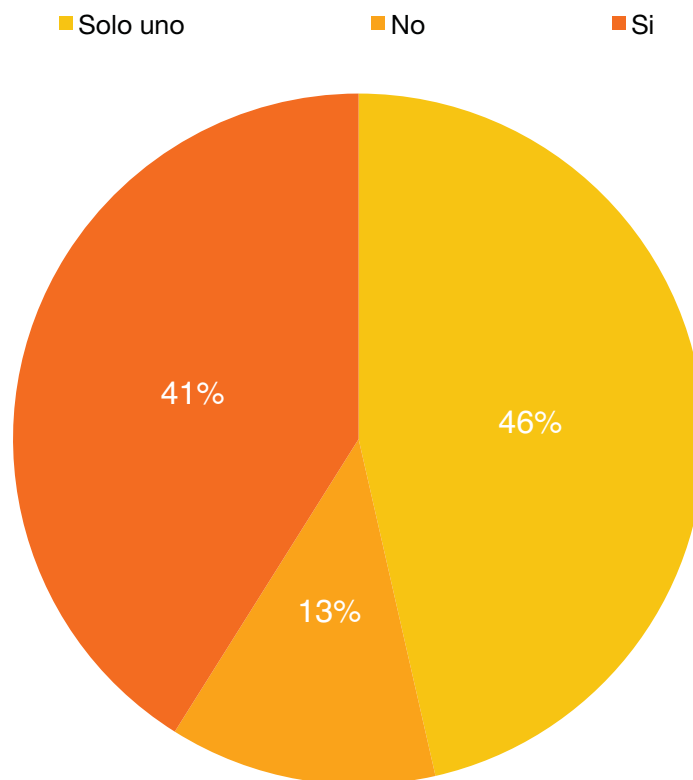


Figura 14: ¿Conoces el término celíaco?

El 51.79% de los encuestados han consumido productos libres de gluten, estos porcentajes han aumentado debido a las nuevas tendencias de consumo en los alimentos.

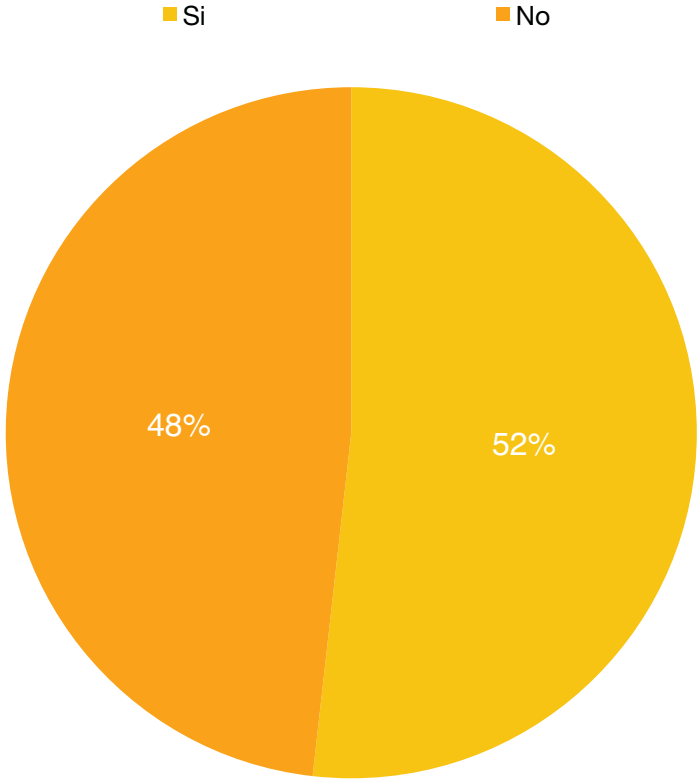


Figura 15: ¿Has consumido productos libres de gluten?

De acuerdo a la encuesta realizada los datos obtenidos en esta pregunta Fig. 16, nos demuestra que el consumo de pastas en México es alto, debido a que es un alimento primordial en nuestra alimentación y de fácil obtención.

Con base en los resultados obtenidos en la siguiente pregunta (Figura 18),

■ Pasta libre de gluten ■ Pasta de otro cereal o legumbre ■ Pasta común

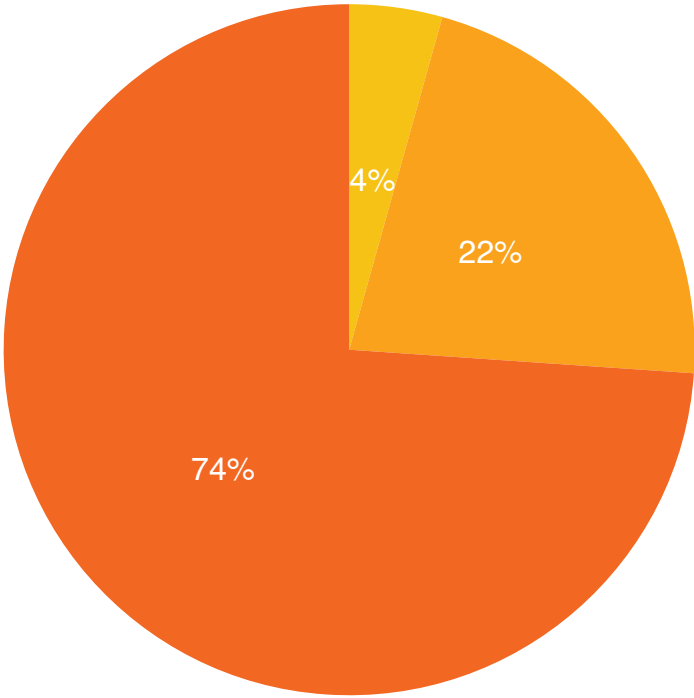


Figura 16: ¿Qué tipo de pasta consumes frecuentemente?

La figura 17 nos muestra que un 79% de la población consumiría alimentos para este tipo de padecimiento.

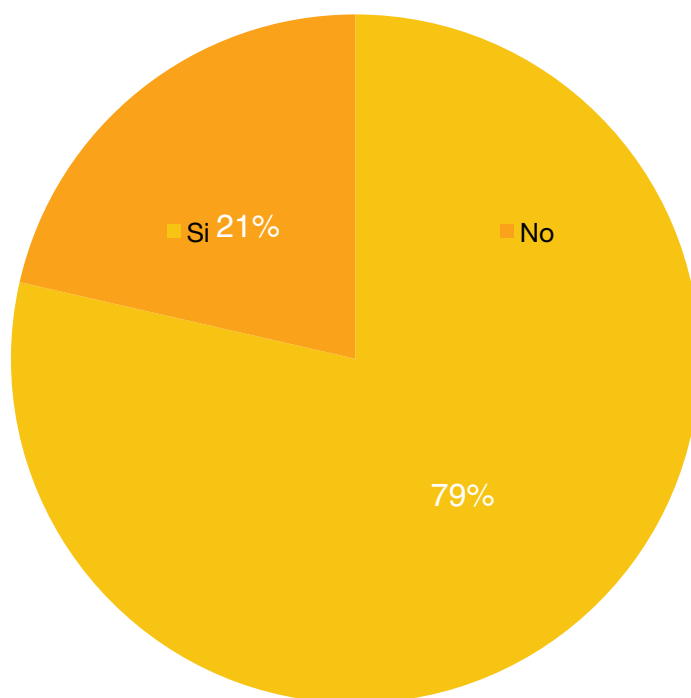


Figura 17: *¿Consumirías productos para celíacos sin serlo?*

Con base en los resultados obtenidos en la siguiente pregunta (Fig. 18), se puede observar que un 80% de la población no conoce los beneficios que nos proporcionan dichas materias primas.

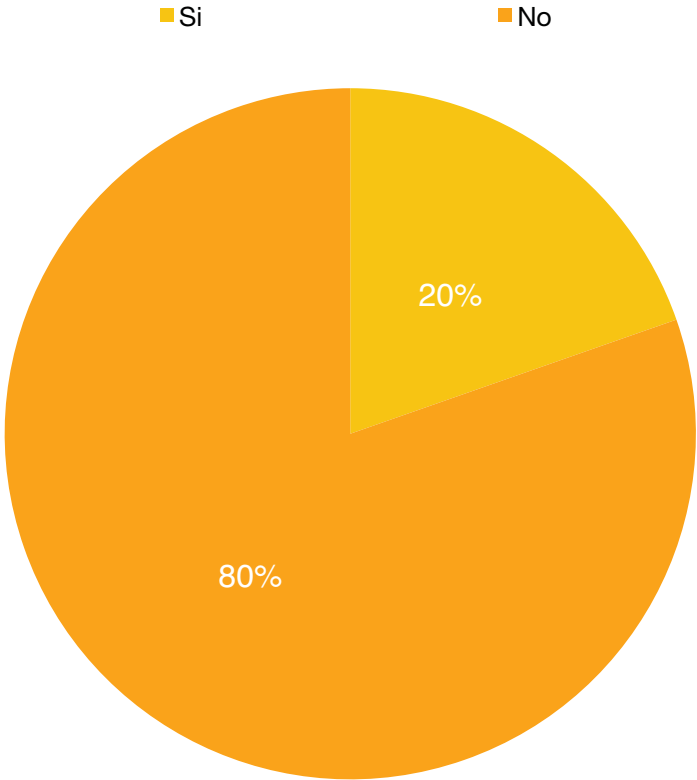


Figura 18: ¿Conoces los beneficios del frijol y yuca?

La posibilidad de que los encuestados compren el producto es alto (70%) esto se debe a que es un producto innovador y saludable para la salud del consumidor.

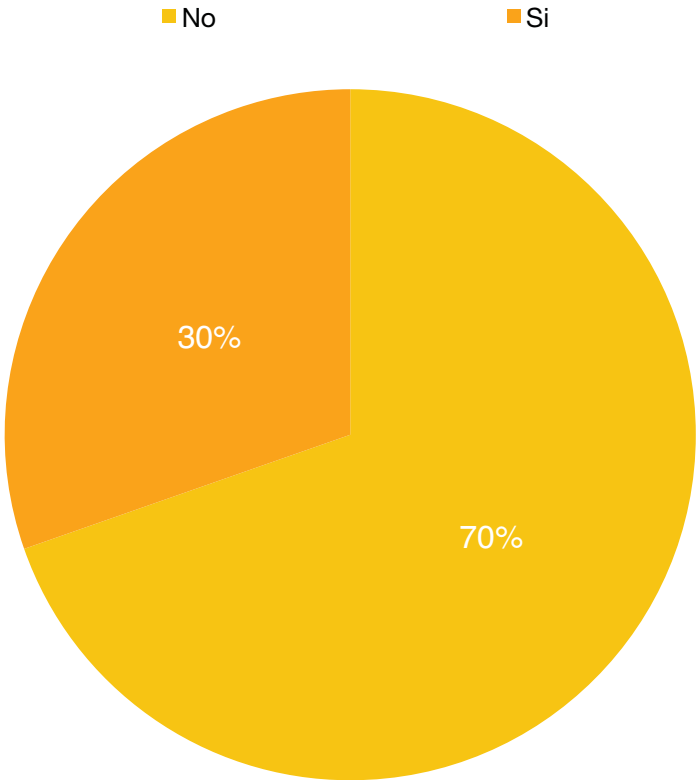


Figura 19: *¿Compraría una pasta libre de gluten a base de frijol y yuca?*

Se puede observar que en la figura 20, los encuestados optaron por adquirir el producto en supermercados con un promedio de 76.36%, debido a que es más accesible conseguirlos y en cualquier zona geográfica.

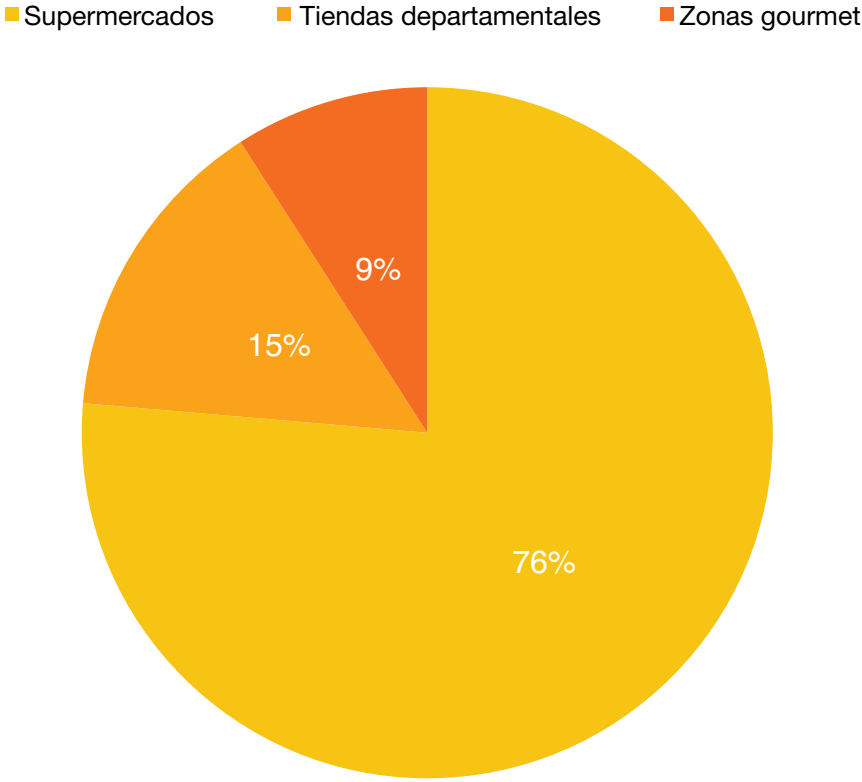


Figura 20: ¿En dónde te gustaría adquirir este producto?

La siguiente pregunta fue de opción abierta, considerando estas tres respuestas como las más mencionadas, y se utilizaran estas propuestas para el empaque del producto.

¿En qué tipo de envase te gustaría adquirir una pasta libre de gluten y vegana a base de frijol y mandioca?

- Envases biodegradables.
- Bolsa.
- Caja.

La posibilidad de que los encuestadores compren un producto gourmet a un precio accesible, con este resultado nos ayuda a considerar los costos del producto final.

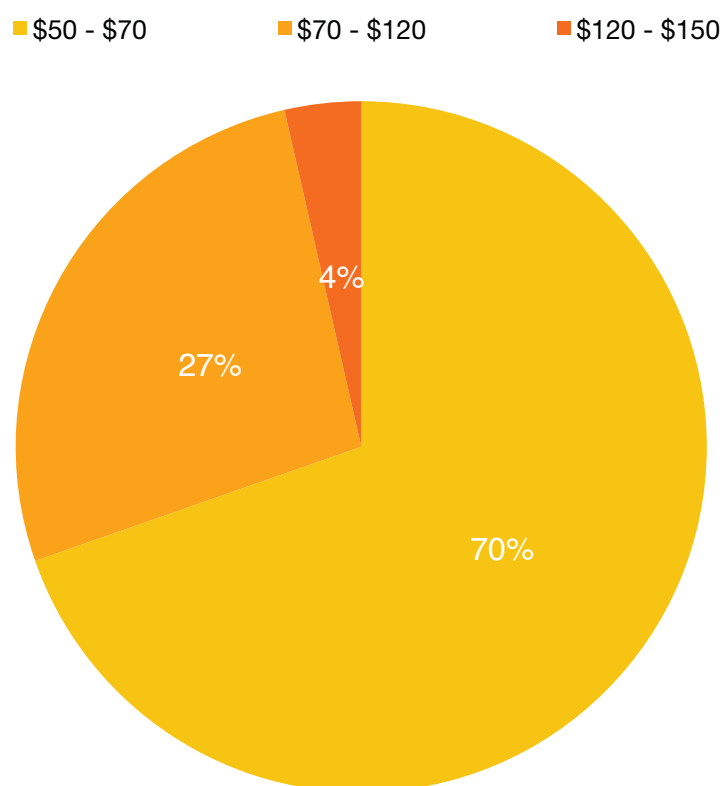


Figura 21: ¿Cuánto estas dispuesto a pagar por una presentación de 350g?

Se puede observar que la propuesta de elaboración de una pasta libre de gluten a base de frijol y yuca es favorable ya que según los resultados obtenidos de la encuesta los consumidores si comprarían este tipo de productos a pesar de no ser celíacos, como también nos podemos dar cuenta la mayoría de las personas no esta familiarizadas con el termino celíaco, el producto es una innovación para el mercado debido a que la mayoría de las personas no conocen las propiedades de las materias primas.

Además, las tendencias nutricionales nos ayudan debido al impacto que han tenido en estos años los productos libres de gluten.

En general el producto puede ser consumido por todo tipo de personas, principalmente las que tienen intolerancia al gluten.

La presentación del producto debe ser notoria y agradable para el público así que se elegirán don envases uno primario que constará de una bolsa de papel tipo cartón y el secundario que consta de una caga de papel cartón, los consumidores piden que este tipo de productos se puedan adquirir en tiendas departamentales y supermercados, por lo que se planea desarrollar propuestas para poder ofrecer el producto en este tipo de lugares.

5.1 OBJETIVO PARTICULAR 2.

5.1.1 ACTIVIDAD 1.1: ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS.

El diseño para la elaboración de prototipos fue totalmente aleatorio, se varió el porcentaje de harina de frijol y yuca, así como la adición de goma xantana y lecitina de soja, los tratamientos se pueden observar en el capítulo 2 en la tabla 4.

Tabla 9: Tabla de variables de los prototipos.

INDEPENDIENTE	NIVELES	DISEÑO	RESPUESTA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Harina de frijol y Yuca	1:1 2:1 3:1	Factorial de 3 factores y diseño completamente aleatorio.	Color, consistencia, dureza, textura, olor, aspecto.	Evaluación sensorial, pruebas físicas.
Goma xantana	0% 0.75% 1.5%			
Lecitina de soja	0% 0.75% 1.5%			

5.1.2 ACTIVIDAD 1.2: EVALUACIÓN SENSORIAL.

Para realizar la evaluación sensorial se realizó la cocción de las pastas en el momento de la evaluación, con los parámetros ya establecidos en la prueba de cocción, en ésta se descartaron varios prototipos ya que no se obtenía una consistencia propia de una pasta al momento de la cocción como lo indica la Norma NMX-F-023-S-1980.

Los prototipos a los que se les realizó la evaluación sensorial fueron los siguientes:

Tabla 10: Asignación códigos para la evaluación sensorial.

COMBINACIÓN DE HARINAS	GOMA XANTANA	LECITINA DE SOJA	PROTOTIPO	CÓDIGO
1:1	1.5	0	6	137
2:1	1.5	0	2	963
2:1	0.75	0.75	4	59
3:1	0	1.5	11	285
3:1	1.5	0	10	416

Los datos obtenidos mediante esta evaluación sensorial fueron interpretados en "R commander" un programa que permitió analizar estadísticamente los resultados obtenidos y así conocer las preferencias de los jueces, se aplicó una prueba de Friedman y se determinó la diferencia significativa entre los prototipos.

En el Gráfico 2 se muestra el diagrama de cajas que indica las diferencias de las respuestas de los jueces, el atributo que se analizó fue únicamente el de preferencia, y como se puede observar si hubo una diferencia significativa de las medianas en los prototipos.

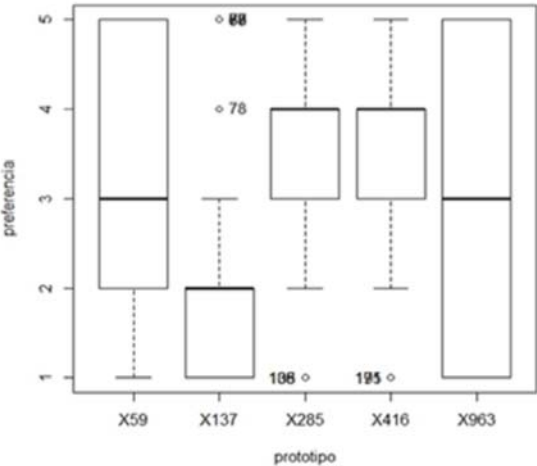


Gráfico 2: Gráfica de medianas de la evaluación sensorial.

De acuerdo con el gráfico anterior, el prototipo 137 fue el seleccionado, ya que es el que tiene la media más baja, lo que indica que la mayoría de los jueces indicaron que era el prototipo de mayor agrado para ellos, la variación de las repuestas de los jueces se concentró en el número 1 y 2 en una escala de 1 a 5, siendo 1 el de mayor agrado y 5 el de menor agrado.

Con la cantidad de harina de frijol (60%) y de harina de yuca (40%), adicionado con goma xantana (1.5%).

```
Medians:
X59 X137 X285 X416 X963
3.5 1.0 3.0 4.0 3.0

      Friedman rank sum test

data: .Responses
Friedman chi-squared = 30.841, df = 4, p-value = 0.000003299
```

Figura 22: Medias en Rcommander, Valor de las medias de cada juez y valor de p.

Como se puede observar en la Figura 22, el valor de p es menor a 0.05 lo que indica que no hay diferencia significativa entre los jueces y que la prueba es confiable.

Con los datos obtenidos en la prueba estadística, el producto final se eligió el prototipo (137) con un alto porcentaje de harina de frijol así mismo el que aportará mayor cantidad de proteína, adicionada con goma xantana para tener las características deseables en la pasta al momento de la cocción.

5.1.3 ACTIVIDAD 1.3: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICAS.

Estas pruebas solo se realizaron al prototipo elegido de acuerdo a la evaluación sensorial.

Tiempo óptimo de cocción:

Es el tiempo necesario para obtener un producto al dente o el momento en el cual desaparece la zona blanquecina del almidón que aún permanece sin gelificar, también llamado como punto blanco.

El tiempo óptimo de cocción para el prototipo elegido fue de 3 minutos debido a la gran cantidad de almidón presente que tiene la pasta.

Porcentaje de sedimentos:

El porcentaje de sedimentos es moderadamente bajo ya que se tiene un promedio de 12% de sedimentos, esto nos indica que la estructura de la pasta es firme y que al momento de realizar su cocción no se fragmentara en trozos, ya que la yuca tiene un alto contenido de almidón.

Grado de absorción:

Tabla 11: Porcentaje de absorción del prototipo elegido.

PESO INICIAL DE LA PASTA	PESO FINAL DE ABSORCIÓN	GRADO DE ABSORCIÓN
15.3 g	24.10	88%

Como se puede observar en la Tabla 11 el porcentaje de absorción es alto, pero a pesar de esto la pasta no se deshizo y siguió manteniendo su forma, por lo que es recomendable proponer en la formulación de la pasta un porcentaje más bajo de goma xantana.

Tolerancia a la cocción:

El tiempo de tolerancia a la cocción fue de 15 minutos, esto probablemente a que las características de las pastas dependen principalmente de la calidad y cantidad de proteínas. Por ello resulta lógico que un contenido proteico elevado conduzca a una buena calidad y tolerancia de la cocción.

6.1 OBJETIVO PARTICULAR 3.

6.1.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL AL PROTOTIPO ELEJIDO.

La determinación del contenido de humedad en los alimentos es un factor importante ya que cuando hay un contenido alto de agua en estos, la descomposición será causada por el crecimiento y desarrollo de bacterias, mohos y por reacciones enzimáticas y no enzimáticas; mientras que, a concentraciones bajas de agua, la pérdida de calidad se produce principalmente por reacciones oxidativas y deterioro físico; sin embargo, el alimento es más estable cuando hay baja concentración de agua.

El contenido de humedad alcanzado en la pasta seleccionada y que se presenta en la Tabla 10 es el esperado ya que la pasta pasó por un proceso de secado a 75°C durante 2 horas y la humedad en la pasta disminuye considerablemente, lo cual ayuda a prolongar la vida útil del producto final.

El resultado obtenido en cuanto al porcentaje de proteínas en el producto final, está dentro de lo esperado, es similar al presente en las pastas tipo gourmet, tanto en pastas convencionales y pastas libres de gluten y esto permite competir con ellas ya que una de las características de las pastas es su contenido proteico.

El contenido de grasa es alto en comparación con las pastas comerciales, esto se debe a que en la formulación y preparación de la pasta seleccionada se le adiciona aceite vegetal esto con la finalidad de que aglomere y adhieran mejor los ingredientes y la pasta tenga mejor consistencia y más firmeza. A continuación, se observa los resultados en la Tabla 12.

Tabla 12: Resultados de AQP al prototipo elegido.

COMPOSICIÓN	% EXPERIMENTAL	D.E.	C.V.
Humedad	0.443	0.057	0.134
Proteína	10.30	0.028	1.3
Cenizas	0.816	0.034	0.1
Fibra	2.08	0.017	0.007
Lípidos	13.97	0.039	1.34
Carbohidratos	72.4		

6.1.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL PROTOTIPO SELECCIONADO.

De acuerdo con el reporte microbiológico que se muestra en la Tabla 11 se detectó presencia de mesófilos que indica las bacterias presentes en el ambiente y posiblemente a que el equipo utilizado para moler la materia prima no estuviera limpio en su totalidad además el instrumento para moldear la pasta no era de acero inoxidable.

Mediante las características del equipo se tomaron en cuenta las siguientes medidas: limpieza y desinfección de área de trabajo y utensilios utilizados, uso de guantes, cubre bocas y cofia, las puertas y ventanas se mantuvieron cerradas durante la producción de la pasta, respecto a la norma NMX-F-255-1978.

Hubo presencia de una UFC en coliformes se cree que fue por contaminación ya que se presenta en una de las diluciones bajas, en su repetición no se presentó y en las demás diluciones tampoco hubo presencia de estos microorganismos, lo que nos indica que hubo posiblemente una contaminación en la caja Petri utilizada para esa dilución. En cuanto a mohos y levaduras no se presentaron, lo que nos indica que el producto fue realizado con higiene adecuado y que no hubo contaminación por tierra y polvo.

Tabla 13: Tabla de resultados del análisis microbiológico.

MICROORGANISMO.	REPORTE.
<p>Bacterias mesófilas aerobia. Límite máximo 10000 UFC/g NOM-247-SSA1- 2008</p>	<p>Valor estimado de 3 UFC/g en placa Agar cuenta estándar, Incubadas 48 h a 35°C</p>
<p>Coliformes totales Límite máximo 300 UFC/g NMX-F-255-1978</p>	<p>1 UFC/g en la dilución 10^{-2} en Agar rojo violeta bilis incubadas 48 h a 35°C</p>
<p>Hongos y levaduras Límite máximo 300UFC/g NMX-F-255-1978</p>	<p>10^{-3} UFC/g en agar papa dextrosa acidificada, incubada a 35°C durante 5 días.</p>

7.1 OBJETIVO PARTICULAR 4.

7.1.1 COMPARACIÓN SENSORIAL DEL PROTOTIPO SELECCIONADO CON UNA PASTA COMERCIAL, MEDIANTE UNA PRUEBA DE PREFERENCIA.

Esta actividad se realizó mediante una prueba de preferencia pareada, en el cual se comparó el prototipo aceptados contra un producto comercial a base de arroz integral, maíz amarillo y almidón de papa, libre de gluten. El cuestionario utilizado se muestra en la Figura 10 y fue aplicado a 50 jueces consumidores no entrenados.

La comparación de las pastas sin gluten fue para saber la preferencia de los consumidores y la posible aceptación o rechazo de la pasta en el mercado. Mediante la evaluación sensorial de preferencia se analizaron los resultados por medio de la prueba estadística de comparación de proporciones alternativas, debido al tipo de evaluación sensorial, arrojó datos con muy poca variación debido a que no hay significancia en la elección de los prototipos debido a que obtuvo un 63% de aceptación, con este estudio se observó que al ser lanzado al mercado podría tener una gran demanda.

8.1 OBJETIVO PARTICULAR 5.

8.1.1 SELECCIÓN DEL ENVASE, NMX-F-023-S-1980.

Se seleccionaron dos envases:

El primario fue una caja de cartón con la impresión de la figura 24, debido a que es un producto gourmet se trato de conservar una imagen elegante y a su vez conservando los colores de las materias primas, además tendrá una ventana para poder visualizar el producto y hacerlo más atractivo.

El secundario es una bolsa de celofán (Propileno), ya que es muy fácil su manipulación para envolver alimentos, sellarse con el calor y además protege de bacterias al producto.

Se eligió un empaquetado ligero, pero que proteja al contenido, así como su fácil manipulación en anaquel, reciclable y perseverando la alta calidad del producto.

8.1.2 DISEÑO DE LA ETIQUETA NOM-051-SCF/SSA1-2010(2015).

La etiqueta se elaboró mediante las características que solicita la norma obligatoriamente NOM-051-SCF/SSA1-2010(2015). Como se puede observar en la Figura 23 el envase cumple con todo el reglamento de la norma, cumpliendo con los lineamientos y especificaciones.

REYLO es la marca seleccionada para el producto final, tiende a ser corto y fácil de recordar para los consumidores.



Figura 23: Etiqueta propuesta para la pasta.

La información nutrimental se utilizó para su cálculo la NOM-051-SCF/SSA1-2010(2015), y el manual nutrimental COFEPRIS.

Información nutrimental	
Tamaño de porción	340g
Porciones por empaque	4
Contenido energético	
Cantidad por porción	166.86kcal (698.14 kJ)
Proteínas	10.3 g
Grasas totales	14g
De las cuales (Grasas saturadas)	0g
Carbohidratos (hidratos de carbono)	72.4 g
De los cuales (Azúcares)	0g
Fibra	2.08g
Sodio	2mg



Figura 24: Información nutrimental reportada en la etiqueta.

El diseño del empaque del producto se baso en colores que están en tendencia para el consumo de productos artesanales, relacionados con el color café por el contenido de frijol y el azul para contrastar el color de la yuca y así mismo del producto terminado. Además, cuidando las características físicas del producto y su conservación fue que se eligió un empaque de cartón 100% biodegradable.

8.1.3 DETERMINACIÓN DEL COSTO.

Solo se tomaron en cuenta el costo de los productos de la competencia como la marca (RUMMO) que oscila entre \$90-\$100 por 400g, además el costo de las materias primas que se utilizaron para 100g de pasta.

Se calculo el costo de las materias primas de acuerdo a los precios por kg pero solamente para producir 100g de pasta.

Tabla 14: Cálculo del costo para la pasta.

INGREDIENTE	PRECIO POR KG O L (\$)	CANTIDAD EMPLEADA (G)	COSTO PARA 100 G (\$)
Harina de frijol	120	33.25	4.20
Harina de yuca	240	30	8
Aceite	45	15	3
Agua	10	20	0.5
Sal	18	2	0.5
Xantana*	295	1.5	0.3

*El precio de la goma xantana fue consultado vía internet ya que fue proporcionado en el laboratorio.

Debido a que la harina de frijol fue realizada en el laboratorio, tuvo un buen rendimiento a comparación de la harina de yuca que fue adquirida en el comercio y por consiguiente su precio fue más elevado.

El costo para una presentación de 340g de pasta es de \$80, se considera que es un precio razonable para el consumidor, estos productos son bastante caros debido a que deben de estar 100% libres de gluten y son artesanales. Se considero además la mano de obra, empaques, tanto la bolsa de celofán y la caja y los servicios proporcionados en el laboratorio.

La propuesta de envasado consta de dos partes:

- La pasta será introducida en una bolsa de celofán (Propileno), ya sea sellada al calor u otro medio que se asegure su conservación, que proteja el producto, que evite su contaminación y no altere las características sensoriales.
- Posteriormente la bolsa de celofán (Propileno) será introducida en un envase secundario de cartón (caja), lo que permitirá mantener la forma de la pasta, color y sabor.

El envase permite mantener siempre fresca y seca la pasta, además si el producto no es consumido en su totalidad podrá guardarse nuevamente dentro del envase y ser atractivo para el consumidor.

9.0 CONCLUSIONES.

Los resultados del estudio de mercado son favorables ya que nos muestran que en el mercado a pesar de existir pastas libres de gluten no hay de las materias primas utilizadas, además de que se observa que si es viable el desarrollo de este producto debido a que los consumidores se ven más preocupados por su salud, consumiendo alimentos ricos en proteína y con ingredientes nuevos en este tipo de productos.

Como se puede ver en los resultados de la elaboración de los prototipos es favorable la utilización de goma xantana ya que esta ayuda a que los demás ingredientes se adhieran y la pasta no pierda su forma, es recomendable usar xantana en un porcentaje de 1.5 o menor, ya que, si es mayor el contenido de xantana, al momento de rehidratar la pasta absorbe una mayor cantidad de agua y obtienen una textura viscosa poco agradable.

Según los resultados del análisis AQP realizado al prototipo elegido podemos ver que el aporte nutricional de este es muy similar al de una pasta Gourmet, lo que es bueno para nosotros ya que esto nos permite competir aun más con los productos altos en proteína.

El análisis microbiológico comprueba que se realizó con buenas prácticas de higiene, una buena materia prima y el material utilizado se utilizó adecuadamente.

La evaluación sensorial que se hizo para comparar la pasta con una comercial se hizo mediante una prueba de preferencia y con los resultados obtenidos no podemos decir que se prefiere más el producto comercial que el nuestro o viceversa, lo que de cierta forma nos beneficia es que estamos en un rango de aceptación con los otros productos comerciales.

Se decidió utilizar dos envases, el primario que consta de una bolsa de celofán, esto para que la pasta se encuentre protegida, no este expuesta al ambiente y no absorba humedad. El envase secundario consta de una caja de cartón, la razón principal de usar este es que se agregó aceite vegetal a la pasta ya que al ser expuesto a la luz comienza una reacción de oxidación lo cual podría dar un sabor rancio a la pasta, la caja protege a la pasta de la luz y por lo tanto evita dichas reacciones.

El producto puede ser lanzado al mercado como un producto funcional. El diseño de la etiqueta cumple con lo establecido mediante la norma y además es atractiva para el consumidor. El precio tentativo por una presentación de 360 g es de \$80.

RECOMENDACIONES.

- Utilizar otro tipo de aditivos como la goma arábiga ó alubina de huevo.
- Se recomienda estimar la vida útil, debido a los cortos tiempos de experimentación.
- Agregar un colorante para que sea más atractiva hacia el consumidor.
- Utilizar frijol negro, es de menor costo y tiene el mismo contenido de proteína que el frijol bayo.
- Realizar prueba de textura en el Texturometro.

10. REFERENCIAS.

1. Alegre, Luis, Et Al, Fundamentos de Economía de la Empresa: Perspectiva Funcional, Ed. Ariel Economía, España, 1995.
2. Atzingen, M. C. B. C. von; Pinto e Silva, M. E. M. (2001). Inhame na formulação de pão sem glúten. *Nutrire* 22, 33-48.
3. Baduí, D.S. (2006). Química de los alimentos. 3ª ed., México, Pearson Educación.
4. Biodiversidad mexicana. (2015). Recuperado el 22 de abril de 2018, en <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/alimentacion/frijol.html#>
5. BITOCCHI, E. et al. "Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean in Mesoamerica and the Andes", *New Phytol*, 2013, 197, pp. 300-313.
6. BRICK, M.A. y P. Burgener. "Colorado Beans News. Origin and World Production", 2007, Vol. 20(1), pp.7 [en línea]: www.csuag.com/cbn
7. Celiacos de México. (2013). Recuperado el 24 de abril de 2018, de <http://www.celiacosdemexico.org.mx/enfermedad-celiaca>
8. Celiacos de México. (28 de mayo de 2013). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <https://celiacosdemexico.org.mx/respaldo/fcula-de-tapioca/>
9. Cobos-Quevedo OJ, Hernández-Hernández GA, Remes-Troche JM. Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Med Int Méx.* 2017 julio;33(4):487-502.
10. DEMHPANDE, S. y DAMODARAN, S. Food legumes: chemistry and technology. En: *Advances in Cer. Science and Technology*. Vol.10 (1990); p.147.

- 11.Estrada, E., Villarreal, J., & Jurado, E. (2005). Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Revista Digital Universitaria.*, 1-18.
- 12.FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Food Balance Sheet 2016" [en línea]: <http://faostat.fao.org>.
- 13.Fischer de la Vega, Laura Estela, Espejo Callado, Jorge (2011). "Mercadotecnia", 4a. Ed. McGrawHill Hispanoamericana, México.
- 14.Gallagher, E.; Gormley, T. R.; Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal based products. *Trends in Food Science and Technology* 15, 143-152.
- 15.González, A. (2009). Estimación de las estructuras agrarias y económica de la producción de maíz y frijol en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7-29.
- 16.INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía [en línea]: <http://www.inegi.org.mx>
- 17.Instituto Nacional del Emprendedor. (2019). FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESCALAS DE PRODUCCION. Recuperado el 03 de junio del 2019. en: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=40&giro=1&ins=833>
- 18.Lara, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *Revista Digital Universitaria.*, 2-10.
- 19.MA, Y. y F.A. BLISS. "Seed Proteins of Common Bean", *Crop Sci*, 1978, 18, pp. 431-437.
- 20.Maricela García Ahued, 2014., Alimentos sensoriales de los alimentos. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*. No. 3, Julio 2014 - Enero 2015, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- 21.Montecarlo, Misiones, (2008). Producción de mandioca y sus usos. Recuperado el 03 de Junio del 2019 en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-cuadernillo-mandioca.pdf>
- 22.NMX-F-023-S-1980, PASTA DE HARINA DE TRIGO Y/O SEMOLINA PARA SOPA Y SUS VARIETADES. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. (ESTA NORMA CANCELA LA NMX-F-023-S-1979).
- 23.NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Norma mexicanas. Dirección General de Normas.
- 24.NMX-F-083-S-1986. Determinación de humedad en alimentos. Moisture in food products determination. Norma mexicanas. Dirección General de Normas.
- 25.NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Foodstuff determination of crude fibre. Norma mexicanas. Dirección General de Normas.
26. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Infomación comercial y sanitaria.
- 27.OMS. (31 de enero de 2018). Recuperado el 24 de abril de 2018, de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- 28.Onmeda. (16 de septiembre de 2016). Onmeda. Recuperado el 24 de abril de 2018, de <https://www.onmeda.es/nutrientes/lecitina-de-soja.html>
- 29.Pasquel, A. (2001). Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. Revista amazonica de investigación alimentaria, 1-8.

30. Pedrero F. D. & Pangborn R. (1989). Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos de análisis estadístico. (Ed.), Alhambra Mexicana S.A. de C.V. México D.F., pp. 15-18.
31. Perez L. (2010) "Evaluación de las fracciones granulométricas de la harina de Sorgo (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) para la elaboración de una pasta alimenticia". Universidad Nacional De Colombia. Programa Interfacultades Especialización en Ciencia y Tecnología de alimentos. Bogotá.
32. SAGARPA. (6 de Mayo de 2017). Recuperado el 5 de abril de 2018, de Aumenta 14 por ciento producción de frijol en México: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Boletines/Paginas/B1762017.aspx> *
- <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/toxicolo/toxico/3natural.pdf>
33. Sánchez, H. D.; Osella, C. A.; de la Torre. (2002). Optimisation of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Journal of Food Science* 67, 416-419.
34. Santiago. (2001). Una estrategia de salud para toda la vida. Informe sobre conciencia natural, 15-20.
35. Sapone A, Bai JC, Ciacci C, Dolinsek J, Green PH, Hadji-vassiliou M, et al. Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. *BMC Med* 2012;10:13.
36. SINGH, S.P. "Broadening the genetic base of common bean cultivars", *Crop Sci*, 2001, 41, pp. 1659-1675.
37. SINGH, S.P. "Common bean improvement in the tropics", *Plant Breed Rev*, 1992, 10, pp. 199-269.

- 38.SINGH, S.P. *et al.* "Genetic diversity in cultivated common bean. II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits". *Crop Sci*, 31, (1991 pp. 23-29.
- 39.Stanislaus, J., Smolenski, A., Kinghorns, D. y Baladrin, M. 1981. "Toxic constituents of legume forage plants". *Economic Botany* 35(3):321-355.
- 40.Uscanga, L. (2012). Enfermedad celiaca. *Revista de Gastroenterología de Mexico.*, 32-34.
- 41.Uscanga, L. (2013). Enfermedad celiaca en México *Revista de Gastroenterología de México.*, 201-204.
- 42.Vidal C.M. (2008) "Alimentos Funcionales: Algunas reflexiones en torno a su necesidad, seguridad y eficacia y a como declarar sus efectos sobre la salud". *Humanitas. Humanidades medicas, Tema del mes online no. 24, Febrero.*