



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Desarrollo de una pasta funcional para sopa tipo tallarín a base de harinas de
huauzontle, quinoa y sémola de trigo.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

HERNÁNDEZ VIEYRA AREMI YADIRA

INZUNZA VALVERDE MAGDALA

ASESORA:

IBQ. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL

COASESORA:

DRA. ALMA VIRGINIA LARA SAGAHÓN

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

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

**ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

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

Desarrollo de una pasta funcional para sopa tipo tallarín a base de harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo.

Que presenta la pasante: **Aremi Yadira Hernández Vieyra**

Con número de cuenta: **411012425** 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 04 de Mayo de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	M. en C. Julieta González Sánchez	
SECRETARIO	Q. Lidia Elena Ballesteros Hernández	
1er. SUPLENTE	Dra. Guicela Ramírez Bernal	
2do. SUPLENTE	I.A. Maritza Rocandio Pineda	

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

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

**ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

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

Desarrollo de una pasta funcional para sopa tipo tallarín a base de harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo.

Que presenta la pasante: **Magdala Inzunza Valverde**

Con número de cuenta: **305228426** 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 04 de Mayo de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal</u>	
VOCAL	<u>M. en C. Julieta González Sánchez</u>	
SECRETARIO	<u>Q. Lidia Elena Ballesteros Hernández</u>	
1er. SUPLENTE	<u>Dra. Guicela Ramírez Bernal</u>	
2do. SUPLENTE	<u>I.A. Maritza Rocandio Pineda</u>	

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

IHM/cga*



AGRADECIMIENTOS DE AREMI

Primeramente gracias a Dios por la maravillosa oportunidad de concluir satisfactoriamente mi etapa universitaria dentro de la FES Cuautitlán, por darme salud, paciencia y sabiduría para lograr esta meta.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños y enseñarme a nunca rendirme, apoyándome cada instante, por su infinito amor y comprensión. Este logro es reflejo de la increíble persona en la que me han convertido, los amo.

A mi madre Yadira que siempre ha sido mi cómplice, mi más grande amiga. Gracias por no permitir que nunca me faltara nada, por tus horas de desvelo y tus cuidados, por tus palabras de aliento y motivación en esos días difíciles. Por formarme con buenos sentimientos y valores que me han ayudado a salir adelante. Gracias por hacerme comprender que el verdadero amor es ese que se entrega, sin esperar nada a cambio, por todo lo que hiciste y por todo lo que serías capaz de hacer por mí. Nunca olvides lo mucho que te quiero mamá.

A mi padre Juan, mi mayor modelo a seguir un hombre bueno y admirable que da todo por su familia y de quien siempre estaré orgullosa. Te debo todo lo que soy porque eres el mejor ejemplo de todo lo que se puede ganar con esfuerzo, amor y dedicación. Gracias por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida. Te amo papí.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

A mis queridos hermanos, Adán gracias por tu ejemplo de seguir adelante, por mostrarme mi más grande pasión la ingeniería en alimentos y motivarme para nunca rendirme en esas materias que parecían imposibles. A mi hermano Juan y a su esposa Angélica porque siempre puedo contar con su apoyo y sus sabios consejos. Esta meta la cruzamos juntos.

A mi corazón Eduardo, por permitirme formar parte de tu vida y apoyarme en todas mis locuras, por nunca dejar que me rindiera y motivarme después de un día difícil. Gracias por tu amor y compañía en todo momento.

A mi compañera de tesis Magdala por esas interminables horas de investigación, estrés, risas y locuras que pasamos dentro del taller en busca de este sueño que hoy es una realidad. Felicidades ingeniera lo hicimos.

A mis amigas Viri, Diana, Rosa y a todos mis compañeros por hacer este tiempo de estudio más corto y divertido.

Gracias a todos los profesores que confiaron en mí, por su paciencia, amistad, motivación y enseñanza. Ha sido un privilegio conocerlos.

Este nuevo logro es gracias a su constante motivación por ayudarme a concluir mi proyecto de tesis. A todos los que creyeron en mí, mil gracias.



Con cariño Aremí



AGRADECIMIENTOS DE MAGDALA

A mi familia en general en especial a mi madre Magdalena por tu esfuerzo constante para que yo pudiera lograr cada una de mis metas, te agradezco la confianza y el apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida has sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo.

A mis hermanos por ser un ejemplo a seguir, agradezco que hayan puesto parámetros altos para así seguir superándome cada día. A Yahvel por alentarme a estudiar una ingeniería y siempre creer en mi capacidad para conseguir esta anhelada meta.

A mis sobrinos Santino y Amélie, por darme la alegría e inocencia que solo ustedes saben.

A Yael gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

A mi compañera de tesis Aremis, la vida nos juntó en nuestra última etapa universitaria un placer compartir este gran momento con alguien como tú, nuestro esfuerzo valió la pena.

A la universidad y al taller de desarrollo de nuevos productos por el apoyo y los conocimientos transmitidos durante todo este proceso.

Los quiero infinito.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES	16
1.1 HUAUZONTLE	17
1.1.1 ORIGENES	17
1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	17
1.1.3 IMPORTANCIA Y PRODUCCIÓN	18
1.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRITIVO.....	20
1.2 QUINOA.....	20
1.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRITIVO.....	22
1.2.2 IMPORTANCIA Y PRODUCCIÓN	23
1.3 TRIGO	25
1.3.1 CLASIFICACIÓN DEL TRIGO	25
1.3.2 TRIGO DURUM.....	26
1.3.3 SÉMOLA	27
1.4 PASTAS ALIMENTARIAS.....	29
1.4.1 DEFINICIÓN.....	30
1.4.2 CLASIFICACIÓN DE PASTAS	30
1.4.3 ELABORACIÓN DE PASTA	31
1.4.4 CALIDAD DE LAS PASTAS.....	35
1.4.5 PRODUCCIÓN Y CONSUMO EN MÉXICO	37
1.5 ALIMENTOS FUNCIONALES.....	38
1.5.1 CONCEPTO DE ALIMENTO FUNCIONAL	38
1.5.2 NECESIDAD, SEGURIDAD Y EFICACIA.....	39
1.6 EVALUACIÓN SENSORIAL	40
1.6.1 PERCEPCION SENSORIAL	40
1.6.2 JUECES.....	41
1.6.3 TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES.....	43
1.7 MERCADOTECNIA	46
1.7.1 TIPOS DE MERCADO	46



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

1.7.2 ESTUDIO DE MERCADO	48
1.7.3 ESTRATEGIA DE MERCADO	49
1.7.4 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS	52
1.8 VIDA ÚTIL	53
1.8.1 ALTERACIONES DE LOS ALIMENTOS.....	54
<i>CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</i>	55
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	56
2.2 OBJETIVO PARTICULARES.....	56
2.3 CUADRO METODOLÓGICO	58
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	59
<i>CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS</i>	88
<i>CONCLUSIONES</i>	133
<i>RECOMENDACIONES</i>	136
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	138



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Descripción botánica del huauzontle (De la Cruz., et al, 2001).....	18
Figura 2 Principales estados productores de Huauzontle (SIAP, 2013).....	19
Figura 3 Forma de panoja del cultivo de quinoa.	21
Figura 4 Formas del grano de quinoa: Lenticular; Cilíndrica; Elipsoidal e Coica.	22
Figura 5 Mecanismo de Percepción Sensorial.....	41
Figura 6 Tipos de pruebas sensoriales.....	44
Figura 7 Variables mercadológicas	50
Figura 8 Limpieza del huauzontle	59
Figura 9 Secado de huauzontle en charolas perforadas.....	61
Figura 10 Harina tamizada en malla #60.....	61
Figura 11 Cuestionario de estudio de mercado	62
Figura 12 Diagrama de proceso para la elaboración de pasta funcional para sopa tipo tallarín	68
Figura 13 Encuesta de evaluación sensorial a prototipos mediante un análisis descriptivo cuantitativo.	72
Figura 14 Formato, cuestionario prueba de preferencia para evaluar la competitividad de la pasta.....	79
Figura 15 Penetrómetro universal	84
Figura 16 Cilindro menor	84
Figura 17 Base adaptada para tallarines.	85
Figura 18 Curva de secado de huauzontle.....	90
Figura 19 Harina de huauzontle.....	91
Figura 20 Estudio de mercado. Pregunta ¿Consume pasta para sopa?.....	92
Figura 21 Estudio de mercado. Pregunta ¿Conoce el huauzontle?.....	93
Figura 22 Estudio de mercado. Pregunta ¿Con que frecuencia consume pasta para sopa (días a la semana)?	93



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Figura 23 Estudio de mercado. Pregunta ¿Con que frecuencia consume huauzontle al mes?	93
Figura 24 Estudio de mercado. Pregunta ¿Te interesaría probar una pasta con mayor contenido de proteínas y fibra?	93
Figura 25 Estudio de mercado. Pregunta ¿Probarías una pasta para sopa a base de harina de huauzontle?	94
Figura 26 Estudio de mercado. Pregunta ¿Cuánto pagarías por una pasta para sopa con mayor aporte nutrimental (contenido 250g)?	94
Figura 27 Estudio de mercado. Pregunta ¿Qué tipo de empaque prefiere en una pasta para sopa?.....	95
Figura 28 Secado de pasta	98
Figura 29 Puntos blancos en la superficie en prototipo 815 y 848.....	99
Figura 30 QDA	103
Figura 31 Resultados comparativos de prueba de ordenamiento	104
Figura 32 Porcentaje de preferencia de prototipos	104
Figura 36 Comparación sensorial de prototipo elegido vs pasta comercial	110
Figura 37 Envase y etiqueta de pasta Berlandieri.....	112
Figura 38 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de humedad.....	116
Figura 39 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de A_w	117
Figura 40 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de absorción.....	119
Figura 41 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de sedimentos.....	121
Figura 42 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de hinchamiento.....	123
Figura 43 Pruebas microbiológicas en estimación de vida útil	129
Figura 33 Diferencia de medias de sabor en prototipos	146
Figura 34 Diferencia de medias de color en prototipos.....	147
Figura 35 Diferencia de medias de textura en prototipos.....	148



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción total del huauzontle en el país.	19
Tabla 2 Composición química del huauzontle	20
Tabla 3 Composición química de semilla de quinoa.....	22
Tabla 4 Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinoa vs cereales seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO (g/100g de proteína)	23
Tabla 5 Clasificación del trigo en México con base en la funcionalidad del gluten	26
Tabla 6 Composición química de la sémola.....	27
Tabla 7 Valor nutritivo de la sémola	28
Tabla 8 Vitaminas presentes en la sémola.....	29
Tabla 9 Formulación de pasta tradicional.....	33
Tabla 10 División geográfica de los tipos de mercado.....	47
Tabla 11 Formulación para elaboración de prototipos	66
Tabla 12 Porcentajes de mezcla de harinas utilizadas.....	67
Tabla 13 Códigos utilizados para los diferentes prototipos.....	72
Tabla 14 Escala hedónica utilizada para identificar el grado de aceptación de los prototipos	73
Tabla 15 Grupo bacteriano, temperatura y tiempo de Incubación	77
Tabla 16 Características de la geometría del penetrómetro.....	84
Tabla 17 Propiedades químicas de las harinas, media \pm desviación estándar.....	95
Tabla 18 Tabla de variables.....	98
Tabla 19 Resultados de las pruebas de calidad de los diferentes prototipos.	102
Tabla 20 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre el color.	105
Tabla 21 Comparación de las medias por pares sobre el color.	105
Tabla 22 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre el sabor.	105
Tabla 23 Comparación de las medias por pares sobre el sabor.	106
Tabla 24 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre la textura.	106



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Tabla 25 Pruebas de calidad de prototipos elegidos.....	107
Tabla 26 Comparativo de análisis químico entre prototipo elegido y pasta comercia	108
Tabla 27 Análisis microbiológico al prototipo elegido	109
Tabla 28 Costo unitario para producir 100g de pasta.....	115
Tabla 29 Resultados de absorción de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas.....	118
Tabla 30 Resultados estadísticos del experimento absorción, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura).....	119
Tabla 31 Resultados de % de sedimentos de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas	120
Tabla 32 Resultados estadísticos del experimento sedimentación, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura).....	121
Tabla 33 Resultados de % de hinchamiento de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas	122
Tabla 34 Resultados estadísticos del experimento hinchamiento, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura).....	123
Tabla 35 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 50°C Y 75%H.....	125
Tabla 36 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 55°C Y 75%H.....	126
Tabla 37 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 45°C Y 75%HR	127
Tabla 38 Tabla de resultados de dureza a diferentes condiciones de almacenamiento.....	128
Tabla 39 Resultados microbiológicos de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas	129
Tabla 40 Constantes de Arrhenius según las temperaturas.	130
Tabla 41 Resultados estadísticos.	130
Tabla 42 Constantes de Arrhenius según las temperaturas	131
Tabla 43 Resultados estadísticos	131



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Tabla 44 Prueba de tukey para el sabor de los prototipos	145
Tabla 45 Prueba de tukey para el color de los prototipos.....	146
Tabla 46 Prueba de tukey para textura de prototipos	147
Tabla 47 Variable de respuesta porcentaje de sedimentos	148
Tabla 48 Variable de respuesta absorción	149
Tabla 49 Variable de respuesta hinchamiento	149



INTRODUCCIÓN

El huauzontle es un quelite de uso común en el centro del país, especialmente en los estados de Tlaxcala, Estado de México, Guerrero, Morelos, Puebla y el sur del Distrito Federal (De la Cruz, et al., 2001). Al pertenecer a la familia de las Chenopodiaceas, es rico en fibra, minerales como el fósforo, calcio, hierro, vitaminas A, C, B1, B2, B3 y E. Tiene el doble de proteínas que el maíz, el triple que el trigo y casi igual proporción a las de la leche; posee aminoácidos que el cuerpo necesita, contienen hierro, y es más fácil de asimilar que en otras verduras, sirve como fibra dietética y al contener lisina (aminoácido de alto valor biológico) ayuda a tener buena memoria y a activar la inteligencia.

En tal caso el huauzontle podría convertirse en un cultivo con gran importancia económica en México, con múltiples aplicaciones, pudiéndose aprovechar principalmente en la industria alimentaria para combatir el problema de desnutrición en nuestro país (García, 2013). Así, con el fin de diversificar sus aplicaciones es necesario estudiar sus componentes, como las proteínas (Bustillos, et al., 2014). La función principal de las proteínas en la dieta es suministrar aminoácidos para la formación de nuevos tejidos (García, 2013).

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal originario de Sudamérica y se cultiva principalmente, en Perú, Bolivia, Ecuador y en el sur de Colombia. Existe un especial interés en este pseudocereal, debido a su alto contenido en proteína (14-18%), ya que contiene 16 de los 24 aminoácidos existentes (Villacrés, et al., 2011) y minerales tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros (Park, et al., 2005).

La pasta de sémola es un alimento de consumo masivo debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento, pero el valor biológico de su proteína es bajo, dada la deficiencia de lisina en la proteína de trigo. En atención a este diagnóstico, es necesario el desarrollo de alimentos de consumo masivo y que aporten mayor calidad nutricional y que además contribuyan a mejorar la salud y bienestar del consumidor (Astaíza, et al., 2010).

El objetivo de este trabajo, fue elaborar prototipos de una pasta funcional para sopa con mezclas de sémola de trigo, adicionadas con harinas de huauzontle y quinoa, en niveles que



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

permiten satisfacer las deficiencias nutritivas de las pastas preparadas con sémola de trigo y a su vez que presenten corto tiempo de cocción con la finalidad de conservar los nutrientes aportados en la formulación.

El desarrollo de una pasta funcional para sopa tipo tallarín a base de harinas de huauzontle y quinoa pudiera representar una vía en desarrollo socioeconómico para la población, puesto que promueve la innovación de productos en la industria; proporciona la utilización de recursos agrícolas locales, impulsando al desarrollo y la investigación de la ciencia a partir del estudio de sustancias naturales encontradas en fuentes nacionales.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES



1.1 HUAUZONTLE

1.1.1 ORIGENES

El huauzontle está ampliamente distribuido en Norteamérica y Mesoamérica. Los nombres más utilizados en diversas comunidades son: houtle, hoauhquilitl, huautle, huauhtli, huautli, huatly, huatli, guauhtli, guatle, guautli, guahuquizlitli, guatzontli, michihuatli, vauhquilit y vautli, todos ellos derivados del náhuatl (De la Cruz, et al., 2001).

En México, durante la época prehispánica, a los ciudadanos del imperio Azteca se les demandaba pagar un tributo al gobierno central; dicho pago era efectuado con productos agrícolas. Registros indican que uno de los más importantes artículos de tributo era un pseudocereal conocido como “huautli” o “guatli”, es decir, el huauzontle. Además, de su valor como recurso alimenticio este cultivo jugaba un significativo papel en la actividad religiosa (Wilson, et al., 1979).

Sin embargo, el uso del huauzontle fue evidentemente suprimido con la llegada de los españoles, y fue reemplazado por plantas domesticadas por españoles durante la época colonial (Wilson, et al., 1979).

1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Las plantas de huauzontle presentan crecimiento herbáceo, con un porte de la planta erecto, tallo (1) principal prominente y cilíndrico (Figura 1), con diversidad de color entre verde, púrpura y amarillo (De la Cruz., et al, 2001). Su grosor puede cambiar según la variedad, de 1-8 cm de diámetro. El interior del tallo es esponjoso y hueco, rico en pectina y celulosa.

Las hojas (2) son alternas, triangulares, onduladas y pecioladas, de color verde que en la madurez de la planta se vuelven de coloración amarilla o roja según la variedad (Figura 1). Estas hojas son gruesas y carnosas. Son ricas en oxalatos (oxalato de calcio), que forman una



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

especie de “arenilla” en la superficie de las hojas. Los oxalatos permiten que la planta absorba y retenga mejor la humedad del ambiente, a la vez que la protege de las heladas.

Las flores (3) se reúnen en espigas con cinco sépalos de color verdoso (Sagarpa, 2015), en forma de panoja o racimo de 30 a 80 cm por 55-30 cm de grosor. La semilla del huauzontle es lenticular con variación en color de amarillo claro a marrón (Figura 1).



Figura 1 Descripción botánica del huauzontle (De la Cruz., et al, 2001)

1.1.3 IMPORTANCIA Y PRODUCCIÓN

En la Figura 2 se muestra que el huauzontle actualmente se produce en el centro del país, especialmente en los estados de Tlaxcala, en el Estado de México, Guerrero, Morelos, y Puebla (Asad, et. al., 2014).



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**



Figura 2 Principales estados productores de Huauzontle (SIAP, 2013)

Las principales zonas productoras de huauzontle (Tabla 1) están en el estado de Puebla, con aproximadamente 3000 Ton/años

Tabla 1 Producción total del huauzontle en el país.

Estado	Producción (Ton)	Valor de la producción (miles de pesos)
Guerrero	8.00	66.34
Puebla	2983.00	8,678.64
Tlaxcala	198.00	1298.40
Total	3189.00	10043.38

(Sagarpa, 2013)

Es importante diversificar las aplicaciones de toda la planta de huauzontle en el área de alimentos, caracterizando sus componentes y fomentando su cultivo y uso como una alternativa a los cereales (Asad., et. al., 2014).

La propuesta es que se utilice el grano de huauzontle, ya que según estudios es altamente nutritivo y no ha sido explotado; en el país existe una gran variedad de éstos, cuya riqueza proteínica ha sido reconocida como es el caso del amaranto y la chíá roja (UAEM, 2008).



1.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRITIVO

Como se muestra en la Tabla 2, por su alto contenido en proteínas, el huauzontle puede convertirse en el cultivo del futuro y servir como fuente de alimento ante la crisis; se han desarrollado diversas investigaciones sobre las bondades alimenticias del huauzontle, a fin de proponer que sea utilizado no sólo como hortaliza, sino como pseudocereal, ya que sus propiedades superan a las del amaranto lo que habla de su viabilidad alimenticia (UAEM, 2008).

Tabla 2 Composición química del huauzontle

Composición del Huauzontle	%
Humedad	74.20
CHO`S	13.46
Proteína	5.25
Fibra	3.12
Cenizas	3.40
Lípidos	0.57

(Muñoz, 2010)

1.2 QUINOA

Quinoa (se pronuncia kenn-wah) es un alimento antiguo cultivado en los Andes de América del Sur desde por lo menos el año 3,000 A.C. para utilizarlo como alimento. Los antiguos Incas llamaban a la quinoa (grano madre) y lo veneraban como algo sagrado.



De igual manera que el huauzontle, iniciada la conquista española se dio una disminución en la producción de la quinoa que se ha prolongado por más 400 años con lo que volvió un cultivo de menor importancia, sembrado en áreas remotas para el consumo local (De la Cruz et al., 2001).

Forma y color de la panoja

Es posible encontrar tres formas de panoja como se muestra en la Figura 3:

1. ***Amarantiforme***: cuando los glomérulos están insertos directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada.
2. ***Glomerulada***: cuando los glomérulos están insertos en los llamados ejes glomerulados y presentan una forma globosa.
3. ***Intermedia***: cuando las panojas que expresan ambas características amarantiforme y glomerulada (Vargas, 2013).

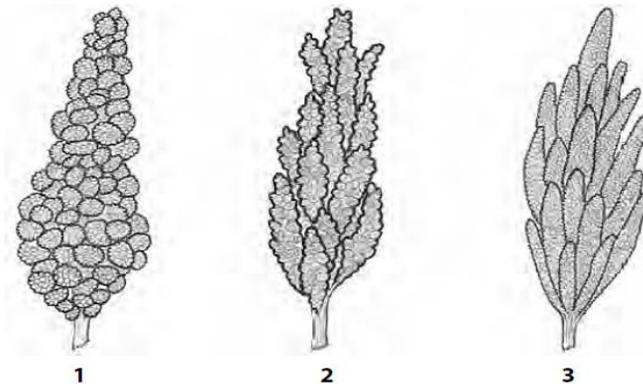


Figura 3 Forma de panoja del cultivo de quinoa.

Color y forma del grano:

Los granos de quinoa cuando alcanzan la madurez fisiológica expresan una amplia diversidad de colores, entre ellos: blanco, crema, amarillo, anaranjado, rosado, rojo, púrpura, café claro, café oscuro, café verdoso y negro.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

En cuanto a la forma del grano de quinoa, en el germoplasma se conservan cuatro formas de grano (Figura 4). Las formas cilíndrica y lenticular por el aspecto del endospermo les convierten en granos que se puede explotar adecuadamente para la elaboración de productos (Vargas, 2013).

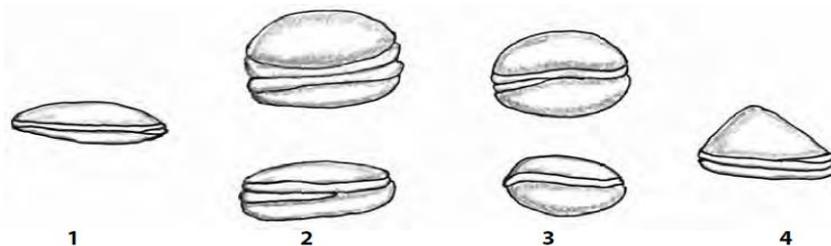


Figura 4 Formas del grano de quinoa: Lenticular; Cilíndrica; Elipsoidal e Coica.

1.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APORTE NUTRITIVO

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han calificado a la quinoa como un alimento único, por su alto valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes (Tabla 3) más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento (Muro, 2013).

Tabla 3 Composición química de semilla de quinoa.

Análisis proximal de la semilla de quinoa en base seca (%)	
Proteína	16.5
Grasa	6.3
Carbohidratos	69
Fibra	4.4
Cenizas	3.8

(Muro, 2013)



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

La proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales tanto para niños como para adultos. Tal y como se muestra en el Tabla 4, si se compara con el patrón de puntuación de aminoácidos esenciales recomendado por la FAO para niños con edades comprendidas entre los 3 y los 10 años, la quinua supera las recomendaciones para los ocho aminoácidos esenciales. Al contrario que la quinua, la mayoría de los granos tienen un bajo contenido del aminoácido esencial lisina, mientras que la mayoría de las legumbres tienen un bajo contenido en los aminoácidos sulfúricos metionina y cisteína.

Tabla 4 Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua vs cereales seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO (g/100g de proteína)

	FAO	Quinoa	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	3.0	4.9	4.0	4.1	4.2
Leucina	6.1	6.6	12.5	8.2	6.8
Lisina	4.8	6.0	2.9	3.8	2.6
Metionina	2.3	5.3	4.0	3.6	3.7
Fenilalanina	4.1	6.9	8.6	10.5	8.2
Treonina	2.5	3.7	3.8	3.8	2.8
Triptófano	0.66	0.9	0.7	1.1	1.2
Valina	4.0	4.5	5.0	6.1	4.4

(FAO, 2013)

1.2.2 IMPORTANCIA Y PRODUCCIÓN

La situación de la producción y distribución de alimentos en el planeta presenta desafíos de gran magnitud a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica (FAO, 2011).

La importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento, la utilización completa de la planta y su amplia adaptación a condiciones agroecológicas (Agrobanco, 2012).



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

El consumo de quinoa es cada vez más popular entre las personas interesadas en la mejora y el mantenimiento de su estado de salud mediante el cambio de los hábitos alimenticios, ya que es un excelente ejemplo de “alimento funcional”. Este alimento, por sus características nutricionales superiores, puede ser muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento del organismo. Además, es fácil de digerir, no contiene colesterol y se presta para la preparación de dietas completas y balanceadas.

En este contexto la quinoa se constituye en un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria debido a: su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética, su adaptabilidad y su bajo costo de producción (FAO, 2011).

En la alimentación humana, las semillas (granos) se utilizan previa eliminación del contenido amargo (saponinas) en forma de ensaladas, entradas, guisos, sopas, postres, bebidas, pan, galletas, etc. Las semillas son también un alimento exquisito y muy nutritivo, sobre todo para aquellas personas vegetarianas. Las hojas y plántulas tiernas como reemplazo de las hortalizas de hoja (acelga, espinaca, col, etc.). Las inflorescencias tiernas completas, en reemplazo de hortalizas de inflorescencia como el brócoli y coliflor, etc. (Agrobanco, 2012).

A pesar del alto valor nutricional que tiene, es necesario realizar un tratamiento previo a su procesamiento y consumo, ya que presenta un anti nutriente denominado saponina, el cual le da un sabor amargo. Según el contenido de saponina presente en el grano, se tienen dos tipos:

- Quinoas amargas, con un alto contenido de saponina.
- Quinoas dulces, exentas de saponina.

Industrialización

La primera transformación del grano de quinoa es en harina, que es utilizada en la elaboración de varios productos como panes, galletas, fideos y panetones (Agrobanco, 2012).



Harina de quinoa

Para elaborar harina de quinoa es necesario seguir los siguientes pasos:

- Limpieza: Después de la cosecha, los granos son sometidos a limpieza para eliminar piedras, vidrio, trozos de metales, pajillas, entre otros materiales.
- Acondicionamiento: Posteriormente, la quinoa se desamarga (eliminación de la saponina) mediante el lavado en tanque con un secado posterior.
- Molienda: El objetivo es reducir el tamaño de los granos a partículas que correspondan a la de harina. Esta operación se realiza con un molino de martillo con zarandas o mallas.
- Envasado: De las harinas en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su utilización (Agrobanco, 2012).

1.3 TRIGO

Los cereales más importantes son el trigo y el arroz prácticamente en la misma proporción, así como el centeno, cebada, maíz y avena. Los granos de cereales constituyen la fuente de energía alimentaria más económica del mundo. El trigo comparado con el resto de los cereales es una materia prima extremadamente versátil y por consiguiente popular (Flores, 1985).

1.3.1 CLASIFICACIÓN DEL TRIGO

En la Tabla 5 se muestra la clasificación de los trigos en México para su comercialización, se hace con base en la funcionalidad del gluten.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 5 Clasificación del trigo en México con base en la funcionalidad del gluten

Grupo	Denominación	Características del gluten
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico, apto para la industria mecanizada de panificación y mejorador de trigos suaves.
II	Medio fuerte	Gluten medio fuerte y elástico, apto para la industria artesanal o semi- mecanizada de panificación, es mejorador de trigos suaves.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera y de la elaboración de tortilla, buñuelos, etc.
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera, galletera y elaboración de donas
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de las pastas.

(Serma, 2001; ASERCA, 2003)

1.3.2 TRIGO DURUM

Los durum son principalmente trigos de primavera, generalmente de color ámbar, aunque en realidad son trigos blancos con el endospermo translúcido que les da el aspecto ambarino. Los trigos durum son ricos en pigmentos carotenoides; los cuales le confieren a la pasta su color amarillo (Pérez, 2010).

Por lo general, los trigos durum no sirven para panificación. El gluten del trigo durum, suele ser más débil que el gluten del trigo común. Sin embargo, las variedades desarrolladas más recientemente, tienen el gluten más fuerte y por lo tanto producen piezas de pan mejores, aunque sea todavía pobres para los estándares de trigo común. El trigo durum es tan duro que es difícil reducirlo hasta la finura de harina (Pérez, 2010).



1.3.3 SÉMOLA

Por sémola se entiende al producto elaborado con granos de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa la mayor parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (CODEX STAN 178-1991).

1.3.3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

Las proporciones de los nutrientes de la sémola de trigo pueden variar sus propiedades y características según el tipo y la preparación de la sémola.

A continuación, en las Tablas 6, 7 y 8 se muestra la composición química, valor nutritivo y las vitaminas que aporta la sémola de trigo al organismo.

Tabla 6 Composición química de la sémola

Componente	Porcentaje
Agua	12.67
Proteínas	12.68
Fibra	3.9
Lípidos	1.05
Cenizas	0.77
Carbohidratos	68.93

(Guy, 2001)

Los carbohidratos (Tabla 6) aportados son de absorción lenta con lo que libera la energía poco a poco manteniendo por más tiempo la sensación de saciedad.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Como se muestra en la Tabla 6 el aporte de lípidos es bajo, además no contiene colesterol sino grasas vegetales y en cantidades muy pequeñas, por lo tanto, su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol, lo cual es benéfico para el sistema circulatorio y el corazón.

Tabla 7 Valor nutritivo de la sémola

Nutriente	Por cada 100g
Calcio	17mg
Hierro	1.23mg
Magnesio	47mg
Fósforo	136 mg
Potasio	186 mg
Sodio	1mg
Zinc	1.05mg
Cobre	0.189mg
Manganeso	0.619mg
Selenio	0mg

(Guy, 2001)

Su alto contenido en potasio (Tabla 7) permite regularizar la tensión arterial, la cual puede ser considerada un factor de riesgo cardiovascular.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 8 Vitaminas presentes en la sémola

Vitaminas	Por cada 100g
Vitamina B1	0.28mg
Vitamina B2	0.08mg
Vitamina B3	3.31mg
Vitamina B5	0.58mg
Vitamina B6	0.103mg
Vitamina B9	0.072mg

(Guy, 2001)

La sémola aumenta la ingesta de varias vitaminas del complejo B (Tabla 8), especialmente el ácido fólico y la tiamina. Colectivamente, las vitaminas del complejo B apoyan al metabolismo y a convertir los alimentos en energía utilizable. La tiamina también ayuda al cerebro y a los nervios para que funcionen correctamente, mientras que el ácido fólico apoya a la producción de glóbulos rojos.

1.4 PASTAS ALIMENTARIAS

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 (Flores, 1985).

Las pastas mexicanas se encuentran entre las mejores del mundo por ser manufacturadas con la más avanzada tecnología para cumplir con los más altos estándares de calidad.

Las pastas alimenticias son un producto de uso primario en los hogares, con un 100% de penetración (Ochoa, 1997).



1.4.1 DEFINICIÓN

La pasta puede definirse como un producto obtenido mediante el estirado, la laminación y el secado consiguiente (en el caso de la pasta seca) de la masa preparada exclusivamente con sémola de trigo duro (Comisión Del Codex Alimentarius, 2002).

1.4.2 CLASIFICACIÓN DE PASTAS

Tipo I. Pasta de harina de trigo y/o sémola para sopa:

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 (NMX-F-023-S-1980).

Tipo II. Pasta de harina de trigo y/o sémola con huevo para sopa:

Se entiende por este producto al que cumple con lo señalado en el Tipo I y en su composición debe tener no menos de 4.2% de sólidos de huevo entero o de yema de huevo o bien 16.8% de huevo entero líquido o de yema de huevo líquida y los aditivos permitidos exceptuando los colorantes artificiales y naturales (NMX-F-023-S-1980)

Tipo III. Pasta de harina de trigo y/o sémola con vegetales para sopa:

Se entiende por este producto al que cumple con lo señalado en el Tipo I y que contiene vegetales tales como zanahoria, tomate, espinacas o betabel; en cantidad no menor de 3.0% del vegetal deshidratado en el producto terminado, ingredientes opcionales exceptuando colorantes artificiales (NMX-F-023-S-1980).



Los tipos antes mencionados pueden fabricarse en las figuras siguientes:

- Fideos
- Tallarines
- Menudas (pipirín, letras y otras)
- Fantasías (almeja, corbata y otras)
- Pasta larga (macarrón, espagueti y otras) y
- Huecas (codos, conchas y otras) (NMX-F-023-S-1980).

1.4.3 ELABORACIÓN DE PASTA

MEZCLADO:

La primera etapa para formar la pasta incluye la hidratación de la sémola de trigo. La cantidad de agua que debe añadirse es variable, si bien la masa final debería contener del 28% al 30% de humedad (p/p).

La mezcla tiene como objetivo permitir que el gluten de la sémola pase de ser un material vítreo a un material gomoso y elástico, que adquiera la capacidad de formar cadenas y láminas mediante el establecimiento de puentes intermoleculares. Esta matriz proteica atrapa y encapsula al almidón manteniendo la forma del producto durante su elaboración y cocción (Pérez, 2010).

AMASADO:

Esta operación se refiere a la homogeneización a presión del material mezclado, esforzándose aún más la red proteica que se había creado previamente durante la mezcla. El amasado debe continuar hasta que la masa adquiera cierta firmeza de manera que cuando se apriete con la mano la masa se mantenga unida (Pérez, 2010).



EXTRUSIÓN:

Esta operación tiene como propósito dar a la pasta la forma deseada. La masa puede enrollarse en forma de láminas (y cortado en hebras) o extruirse a través de un extrusor de tornillo único. La pasta extruida se corta mediante una cuchilla giratoria. En la etapa de extrusión es importante controlar el aumento en la temperatura de la masa, ya que si esta sufre un excesivo incremento de temperatura la proteína se desnaturaliza irreversiblemente, adquiriendo características deficientes para la cocción (Pérez, 2010).

SECADO:

Esta etapa tiene como propósito asegurar la estabilidad microbiológica y bioquímica del producto. La mayor parte de la pasta comercial se deseca desde alrededor del 30% de humedad hasta el 10-12%(p/p). La desecación debe realizarse lentamente y con gran cuidado ya que la pasta se contrae a medida que se deseca. Las desecaciones desiguales hacen que se desencadenen presiones dentro de la pasta lo que origina que se produzcan agrietamientos en la pasta desecada. El control de la temperatura durante el secado también es útil para modificar dos propiedades clave de la pasta: la textura y el color. En un secador con temperatura elevada, la coagulación de la proteína por el calor creará una red proteica permanente alrededor de los gránulos de almidón con una fuerza e integridad realzadas. Esto evitará que los gránulos de almidón pierdan su textura en la cocción y mejorará la firmeza << consistencia durante la masticación >> de la pasta después de la cocción. Lo anterior es debido a que, a temperatura ambiente, el gluten húmedo es un material extremadamente elástico, muy similar a la goma de mascar. A medida que la temperatura sube hasta 55°C, el gluten se convierte en un gel duro pero consistente y masticable, similar a la carne cocida. (Pérez, 2010)



1.4.3.1 FORMULACIÓN Y FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES DE LAS PASTAS

La calidad de la pasta está determinada esencialmente por tres factores: las materias primas, la formulación del producto (Tabla 9) y el proceso de elaboración (Acosta, 2007).

Tabla 9 Formulación de pasta tradicional

Ingredientes	Porcentaje
Fase solida (Sémola de trigo)	70
Fase líquida (Agua)	30

INGREDIENTES:

Se debe tener en cuenta la cantidad, calidad y composición de los ingredientes utilizados en el procedimiento. También es de suma importancia, seguir adecuadamente cada uno de los pasos para la fabricación, ya que estos dos factores influyen de manera relevante en la calidad del producto final (Acosta, 2007).

SÉMOLA:

La principal materia prima es la sémola, con tamaño de partícula intermedio de trigo duro o blando, respectivamente, debe tener una distribución de tamaño de partícula consistente. El pigmento debe ser estable, con poca tendencia a la decoloración hacia el amarillo-pardo (Acosta, 2007).



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

AGUA:

Es indispensable en la elaboración de las pastas alimenticias para el amasado, la que debe de ser de las mejores características sanitarias, potable, limpia, incolora e inodora, porque de ella depende la calidad del producto.

En ella se dispersan todos los ingredientes, permitiendo una total incorporación de ellos. También hidrata los almidones, que junto con el gluten dan por resultado una masa plástica y elástica. Una masa con poca agua daría un producto seco y quebradizo.

INGREDIENTES ADICIONALES:

Los ingredientes que comúnmente se adicionan con el fin de enriquecer las propiedades nutritivas o sensoriales del producto son: albumina de huevo, huevo entero o clara de huevo (líquido o en polvo), harina de soya, sal yodatada, ajo, perejil, apio, tomate, cebolla, espinacas, vitaminas, saborizantes, colorantes naturales o artificiales (Acosta, 2007).

HUEVO

Este ingrediente es ampliamente usado ya que proporciona un color amarillo brillante a las pastas, ayuda a la integración de la sémola y el agua, además eleva el contenido y la calidad de las proteínas del producto final (Acosta, 2007).

SAL

La sal ayuda a inhibir el desarrollo de microorganismos y a reafirmar el sabor de la pasta (Acosta, 2007).



1.4.4 CALIDAD DE LAS PASTAS

Para evaluar la calidad de la pasta se efectúan varias pruebas dentro de las que se incluyen a las pruebas de cocción: tiempo de cocción, grado de absorción, grado de hinchamiento, porcentaje de sedimento y tolerancia a la cocción.

En México, aún no se ha establecido la norma que define la metodología para las pruebas de cocción de las pastas alimenticias (Flores, 1985).

SENSORIALES

COLOR: Debe ser el característico del producto según su composición.

OLOR: No debe tener olor extraño.

CONSISTENCIA: La pasta debe ser de consistencia dura.

ASPECTO: La pasta no debe presentar agrietamientos y/o estrellamientos en el momento de su envasado (NMX-F-023-S-1980). Al romper, la fractura debe ser uniforme y sin producción de astillas (Acosta, 2007).

PRUEBAS FÍSICAS

PUNTOS BLANCOS EN LA SUPERFICIE:

Es el resultado de un mezclado y amasado deficiente, ocasionando que la hidratación de la sémola no fuera uniforme. Este defecto también es ocasionado por el empleo de una sémola de tamaño de partícula variado, consistiendo tanto en partículas finas como gruesas, de tal manera que, al hidratarse más rápidamente las partículas finas respecto a las gruesas, se origina una hidratación que no es homogénea, lo que durante el secado se traduce en puntos blancos en la superficie del producto (Acosta, 2007).



TIEMPO ÓPTIMO DE COCCIÓN:

Es el tiempo necesario para obtener un producto al dente, en otras palabras, es el momento en el cual desaparece la zona blanquecina de la sémola, correspondiente al almidón que aún permanece sin gelatinizar.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES:

Al cocer la pasta se desprende una determinada cantidad de partículas de harina que se depositan en el fondo del recipiente (PROFECO, 2009).

Es el volumen en mililitros que ocupa el sedimento producido por la pasta durante el cocimiento. Este sedimento está constituido principalmente por almidón perdido por la pasta por efecto de la cocción y un menor porcentaje de este indica una mayor calidad del gluten y por lo tanto de la sémola. El agua de cocción debe quedar libre de gluten. Cuanto más turbia sea, mas almidón se habrá disuelto del presente en la matriz proteica (Acosta, 2007).

GRADO DE HINCHAMIENTO.

Este es un porcentaje que mide la cantidad de agua absorbida por la pasta a partir del volumen.

TOLERANCIA A LA COCCIÓN:

Se cocina una muestra de pasta en las condiciones establecidas en la determinación del “tiempo óptimo de cocción”. Se continúa cocinando hasta que se observan tres trozos de pasta agrietados o deshechos por efecto del cocimiento. Se registra este tiempo como “tiempo de desintegración de la pasta”.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

La capacidad que tienen las pastas de conservar su integridad después de la cocción está en función de la posibilidad que tienen las proteínas de formar una red insoluble que sea impermeable a la salida de los almidones; parece que esto está asociado a proteínas de bajo peso molecular ricas en azufre (Acosta, 2007).

1.4.5 PRODUCCIÓN Y CONSUMO EN MÉXICO

En la industria de alimentos de México sólo el 9% de las empresas y el 23% del personal se dedican al procesamiento del trigo. Del gasto familiar mexicano se dedica el 20% al consumo de bienes relacionados con el trigo (www.siap.gob.mx).

La producción de harina de trigo y de pasta alimenticia está concentrada a nivel nacional y regional, ello responde a la lógica de zonas de consumo y zonas de producción de trigo, así el gran consumo está en las grandes ciudades urbanas del país, mientras que los grandes productores no son los que elaboran más productos derivados del trigo, es el caso de Sonora que es el líder nacional productor, pero sólo produce en escala reducida. Hasta el 2003, la molienda de trigo se concentra en el siguiente orden: DF (15%), Puebla (13%), Guanajuato (10%), México (8%), Michoacán (8%), Jalisco (7%) y Sonora (7%) (INEGI, 2004). Como productor de trigo, en el 2009, el Distrito de Desarrollo Rural 002 de San Luis Río Colorado produjo 702, 109 toneladas en 105 mil hectáreas, que corresponde al 20% a nivel nacional (3.6 millones de toneladas), la productividad es de 7 toneladas por hectárea. Todos los productores del estado han visto elevar los precios de los insumos en 80% (www.eluniversal.com.mx/estados).

La empresa más importante en la producción de pastas en México es La Moderna, fundada desde 1920, con matriz en el Estado de México, presenta en su publicidad la promoción de sus pastas y la combinación de salsas propias, así como la presentación de pastas con fibra de harina integral, aspectos que han sido replicados por la empresa hermosillense Trimex al vender pasta adicionada con vitaminas, con una presentación de cubos de pollo Bachoco, ya



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

empieza a fabricar pasta de harina de trigo integral, Trimex además enfrenta al mayor productor de pasta del mundo Barilla (Italia).

La Unión Europea tiene la mayor producción de pasta (3,9 millones de toneladas) y el mayor consumo de pasta (más de 3 millones de toneladas) del mundo.

1.5 ALIMENTOS FUNCIONALES

Si bien desde el inicio de los tiempos la humanidad ha sido consciente de que necesitaba comer para vivir, y de que algunos alimentos en determinadas circunstancias podían provocar enfermedades, no ha sido hasta finales del siglo XX cuando se ha tomado conciencia de hasta qué punto una buena o mala alimentación puede contribuir positiva o negativamente a la salud (Vidal, 2008).

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 diseño 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).

1.5.1 CONCEPTO DE ALIMENTO FUNCIONAL

Se considera que un alimento puede ser funcional si ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo. En otras palabras, los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

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 beneficiosos 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. Un alimento funcional puede estar destinado a toda la población o a grupos determinados.

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).

1.5.2 NECESIDAD, SEGURIDAD Y EFICACIA

Los nuevos estilos de vida son al menos en parte responsables de que una parte de la población haya abandonado unos hábitos de alimentación saludables que durante años han formado parte de nuestra tradición y cultura alimentaria. El ritmo de vida actual, la gran oferta de alimentos, la falta de tiempo para cocinar o las pocas ganas de hacerlo, unidos a un escaso conocimiento en nutrición, hacen que se tomen decisiones erróneas en cuanto a la selección de los alimentos.

La actual preocupación por la salud tiene también su parte negativa, porque hace a los consumidores más vulnerables frente a mensajes sesgados en los que se exalten o exageren determinadas propiedades de un alimento o ingredientes, separándolos del contexto global de la dieta y del estilo de vida (Vidal, 2008).



Hoy se exige a los alimentos que, además de poder disponer de ellos en cantidad suficiente y a un precio razonable, sean sanos desde una perspectiva higiénico-sanitaria, que tengan buen color, sabor, aroma y que los tratamientos industriales no les supongan mermas importantes, además de tener un efecto benéfico para la salud.

1.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya de otras disciplinas como la química, matemáticas, psicología y la fisiología entre otras (Hernández, 2005).

La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos (Espinosa, 2007).

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización 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).

1.6.1 PERCEPCION SENSORIAL

La percepción es la respuesta ante las características organolépticas, es el reflejo de la realidad, que pudiera ser más o menos objetiva, en función de la aplicación o no de técnicas correctas (Espinosa, 2007).

La percepción de cualquier estímulo (Figura 5) ya sea físico o químico se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan



respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiendo su aceptación o rechazo (Hernández, 2005).



Figura 5 Mecanismo de Percepción Sensorial

1.6.2 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 dependen en gran parte la validez de las pruebas (Catania, et. al., 2007).

Existen cuatro tipos principales de paneles 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 (Anzaldúa, 2005).

Panel de jueces entrenados

Se trata de personas entrenadas especialmente para actuar como jueces. Deben poseer habilidades para detectar la sensación analizada y por supuesto poseer cierto conocimiento y



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

práctica acerca de la evaluación sensorial. En general la gente joven se adapta muy bien para actuar como juez entrenado (Catania, et. al., 2007).

Los jueces entrenados se emplean principalmente para pruebas sensoriales descriptivas, o para pruebas discriminativas complejas, como sería las comparaciones múltiples o a las pruebas de ordenamiento, mientras que para pruebas más sencillas no es necesario contar con este tipo juez (Anzaldúa, 2005).

Panel de jueces semientrenados

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 solamente participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas (Anzaldúa, 2005).

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 (Anzaldúa, 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 al aplicar una prueba de evaluación sensorial con este tipo de juez, es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen con relación al alimento evaluado (Espinosa, 2007).

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

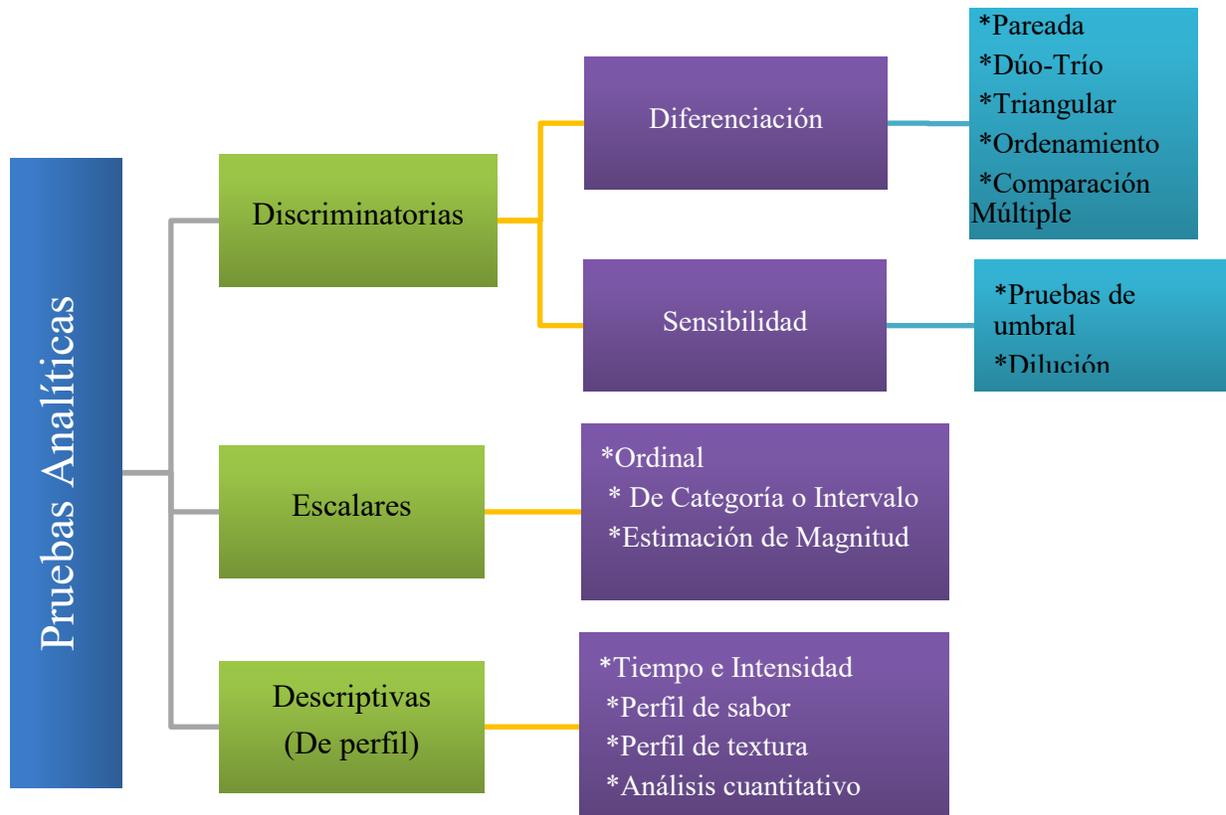


1.6.3 TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES

Con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que éstas se dividen en dos grandes grupos como se muestra en la Figura 6.

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas.

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, demuestren su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta (Espinosa, 2007).



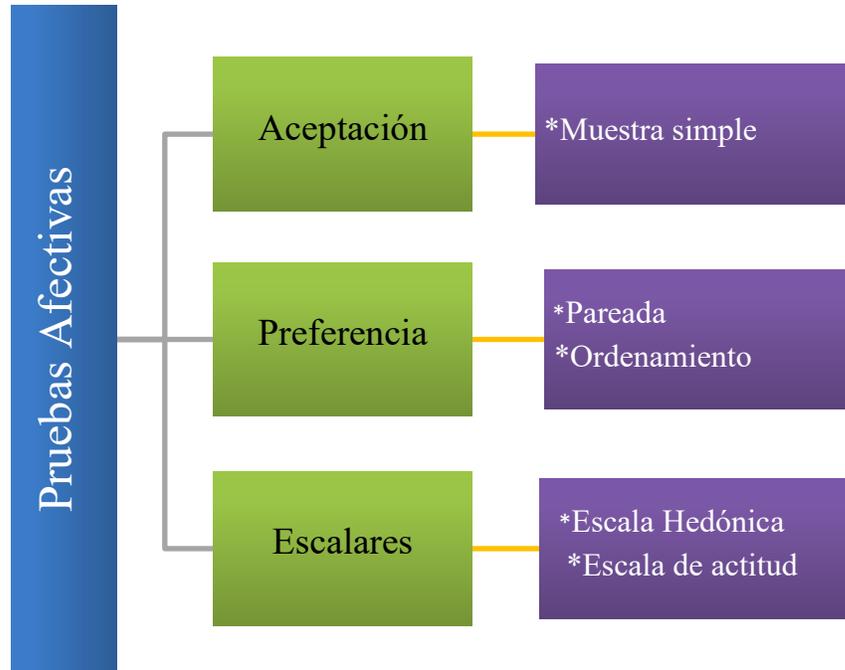


Figura 6 Tipos de pruebas sensoriales

PRUEBAS ANALITICAS

Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente. Las mismas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas.

Métodos discriminatorios.

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia.

Para las pruebas discriminativas pueden usarse jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo-trío o la triangular



simultáneamente dos muestras, con el objetivo de determinar si existe diferencia perceptible entre ellas (Anzaldúa, 2005).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son las siguientes:

- **Prueba Dúo-Trío**

En esta prueba se presenta al juez, una muestra identificada como referencia o control y dos muestras debidamente codificadas, de las cuales una necesariamente tiene que ser igual a la referencia.

El par de muestra debe estar dispuesto aleatoriamente, y la tarea del juez es identificar cuál de las muestras incógnitas es igual a la referencia.

La prueba es fácil y sencilla de realizar, sin embargo, requiere un esfuerzo mayor por parte del juez y mayor tiempo de preparación que la prueba de comparación pareada (Espinosa, 2007).

- **Prueba Triangular**

En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es diferente (Anzaldúa, 2005).

PRUEBAS AFECTIVAS

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados “jueces afectivos”. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos.

Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc. (Anzaldúa, 2005).



- **Pruebas de preferencia**

En las pruebas de preferencia, a los consumidores se les presentan dos o más muestras y se les pidió que indicarán cuál es la muestra de su preferencia. Si hay más de dos muestras se puede solicitar a los consumidores que ordenen su preferencia (mayor a menor). Son prueba de fácil realización y la pregunta es comprendida por los consumidores de todas las edades, incluso aquellas con poca preparación (Ramírez, 2012).

- **Prueba de preferencia pareada**

La comparación de pares es probablemente el primer método formal desarrollado para evaluar las preferencias. En esta prueba los panelistas responden a la pregunta ¿cuál de las dos muestras codificadas prefieren?, ellos deben seleccionar una, incluso si ambas muestras les parecen idénticas (Ramírez, 2012).

1.7 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, et al., 2011).

La misión de la mercadotecnia es satisfacer las necesidades, deseos y expectativas de los consumidores mediante un grupo de actividades coordinadas.

1.7.1 TIPOS DE MERCADO

En la práctica, se conocen diferentes definiciones de mercado (Tabla 10); éstas varían de acuerdo al área de conocimiento en que se utiliza el concepto. Para efecto de la mercadotecnia, un mercado está conformado por los consumidores reales y potenciales de un producto o servicio.



Tipos de mercado desde el punto de vista geográfico

Tabla 10 División geográfica de los tipos de mercado

Tipo de mercado	Definición
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 o en modernos centros comerciales dentro de un área metropolitana.

(Fischer, et al., 2011).

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 comparados 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.

- **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 tipo de mercado existen pocos compradores en comparación con el mercado del consumidor, la compra se hace con fines de lucro.

- **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, la mercadotecnia internacional se está convirtiendo en una necesidad y en una realidad cada vez más palpable, provocando con esto que se obtengan mayores utilidades y que se adquieran materiales a un costo muy bajo.

1.7.2 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.

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: qué hacen, dónde compran, por qué, dónde están localizados, cuáles son sus ingresos, edades, comportamiento, etcétera. Cuanto más se conozca del mercado, mayores serán las probabilidades de éxito.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

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 lanzará 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 qué características le exigirían a un nuevo productor? (Ochoa, 1997).

1.7.3 ESTRATEGIA DE MERCADO

Hoy en día, la mayor parte de los países, sin importar su etapa de desarrollo económico o sus distintas ideologías políticas, reconocen la importancia de la mercadotecnia. Es importante que las organizaciones se adapten a cada país; en la Figura 7 se presentan aspectos generales de los mercados internacionales (Fischer, et al., 2011).

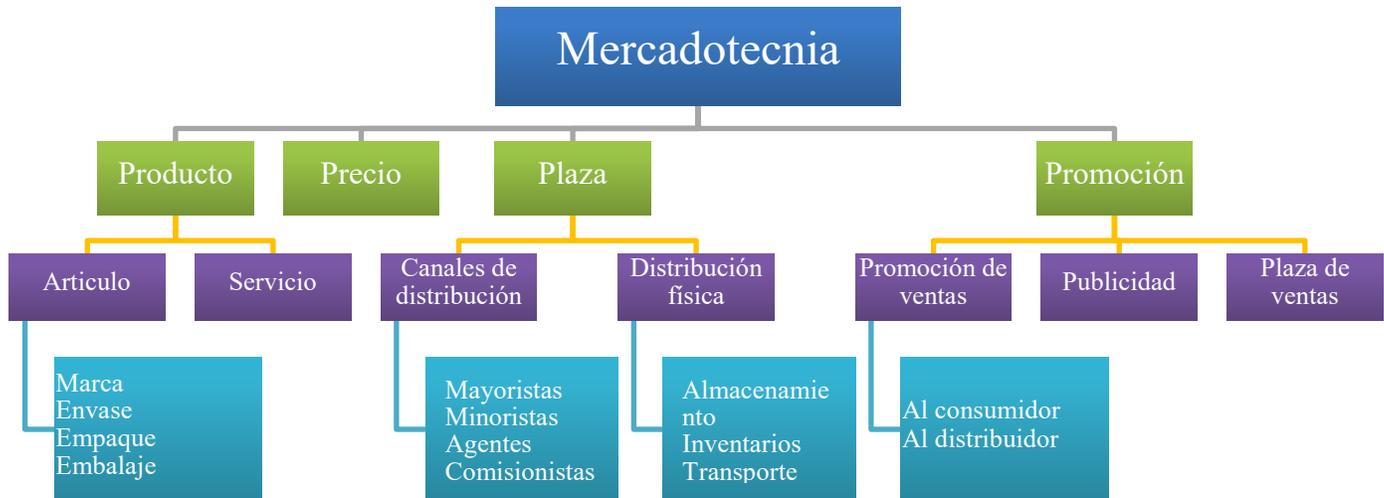


Figura 7 Variables mercadológicas

Promoción

Es dar a conocer el producto al consumidor. Se debe persuadir a los clientes de que adquieran los artículos que satisfagan sus necesidades. Los productos no sólo se promueven a través de los medios masivos de comunicación, también por medio de folletos, regalos y muestras, entre otros. Es necesario combinar estrategias de promoción para lograr los objetivos, incluyendo la promoción de ventas, la publicidad, las relaciones públicas, etcétera.

La comercialización permite al productor hacer llegar un bien o un servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.

Producto

La investigación del producto debe considerar los siguientes aspectos:

- El uso actual del producto y otros campos de empleo alternativo.
- La forma del empaque: en mercados altamente competitivos, un empaque que ahorra espacio y muestra un diseño interesante podría aumentar las ventas.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Este aspecto se refiere al diseño del producto que satisface las necesidades del grupo para el que fue creado. Es muy importante darle al producto un nombre adecuado y un envase que, además de protegerlo, lo diferencie de los demás.

La forma de presentación de los productos incluye diversas modalidades en bolsas pequeñas de plástico, celofán o en cajas de cartón, de diferentes gramajes (de 250 gramos a 1 kg). El empaque contiene el nombre de la empresa que lo produce, qué clase de pasta es, descripción del contenido y en algunos casos, la forma de preparación y la tabla nutricional.

Precio

El establecimiento del precio es de suma importancia, pues influye en la percepción del consumidor final sobre el producto o servicio. Nunca se debe olvidar a qué tipo de mercado se orienta el producto. Debe conocerse si lo que busca el consumidor es calidad, sin importar mucho el precio, o si el precio es una de las variables de decisión principales. En muchas ocasiones, una errónea fijación del precio es responsable de la falta de demanda de un producto.

Plaza

En la distribución o plaza es necesario establecer las bases para que el producto llegue del fabricante al consumidor; estos intercambios se dan entre mayoristas y detallistas. Es importante el manejo de materiales, transporte, almacenaje, todo con el fin de tener el producto óptimo al mejor precio, en el mejor lugar y al menor tiempo.

La importancia del sistema de distribución se subestima muchas veces, a pesar de que impacta directamente en los volúmenes de venta y de que se refleja en un mal aprovechamiento del potencial del mercado, así como en acumulaciones excesivas de inventarios que, entre otras consecuencias, incidirán en la rentabilidad del capital.

Los canales de distribución de las empresas en los productos del giro son a través de tiendas de autoservicio, tiendas especializadas y misceláneas en general.



1.7.4 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Las actividades de mercadotecnia contribuyen en forma directa a la venta de los productos de una organización. Con esto, no sólo ayudan a la misma a vender sus productos ya conocidos, sino también crean oportunidades para realizar innovaciones. Esto permite satisfacer en forma más 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, et al., 2011).

El proceso de nuevos productos es asimilable de innovación tecnológica. 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 invento se transforma en una innovación al aplicarse un producto o 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 dos procesos: aumentar la competitividad de la empresa innovadora.

Para la fundación BCD, el diseño y lanzamiento de un nuevo producto es un proceso contemplado desde un punto de vista técnico, el proceso es el siguiente:

- Investigación preliminar
- Fase de diseño
- Fase de desarrollo
- Fase de inicio de la producción y plan de marketing
- Fase de producción



Figura 8 Fases genéricas del proceso de lanzamiento de un nuevo producto



1.8 VIDA ÚTIL

La vida útil o vida de almacén de un alimento se define como el tiempo que transcurre hasta que el producto se convierte en inaceptable. En muchos casos la vida útil es el periodo de tiempo durante el cual el producto permanece en buenas condiciones de venta. Es un juicio que debe llevar a cabo el fabricante o el vendedor del producto. El fabricante debe definir la calidad mínima aceptable del producto, la cual dependerá del grado de degradación que el fabricante permita en el producto antes de que decida no venderlo (De la Espriella, 2010).

Así pues, para cada alimento particular hay un período de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantienen el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación (De la Espriella, 2010).

En la industria de los alimentos se requiere conocer la vida útil de los productos para asegurar a los consumidores finales que el alimento adquirido mantiene todas sus características en buen estado (García, et al., 2011).

Los estudios de vida útil acelerados permiten obtener información en tiempos relativamente cortos; consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas, en general, deben ser mayores a las de almacenamiento y comercialización para permitir que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtenga una respuesta en un tiempo comparativamente corto respecto a otros métodos (García et al., 2011).

Para los estudios acelerados se debe establecer un diseño experimental que contemple las variables a evaluar y controlar las variables que no se desean evaluar para evitar que interfieran en las mediciones, y por ende, en los resultados.



1.8.1 ALTERACIONES DE LOS ALIMENTOS

Todos los alimentos son susceptibles a la alteración y por ello tienen que consumirse inmediatamente o, si no es posible o conveniente, conservarse para almacenarlos (Lück et. al., 2000).

La vida útil de un producto depende de muchos factores, por ejemplo: ambientales, humedad, temperatura a la cual se expone, el proceso térmico que sufre, de la calidad de las materias primas que lo componen, procesos químicos y microbiológicos, entre otros (García, et. al., 2011).

Los procesos biológicos implicados en la alteración de los alimentos por los microorganismos no pueden tener lugar a menos que se cumplan ciertas condiciones extrínsecas:

1. Presencia de microorganismos causantes de la alteración:

La alteración no ocurre a menos que los microorganismos se encuentren presentes en el alimento.

2. Nutrientes biodisponibles para los microorganismos:

Si los microorganismos no disponen de nutrientes su ciclo de vida no puede comenzar.

3. Condiciones vitales favorables en lo que respecta a:

- a) Temperatura
- b) Actividad de agua
- c) Presencia o ausencia de oxígeno
- d) Potencial redox
- e) Valor pH

A menos que estas condiciones físicas sean apropiadas no se producirá crecimiento o será muy lento (Lück, et. al., 2000).



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

EXPERIMENTAL



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una pasta funcional para sopa tipo tallarín empleando harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo aumentando el aporte de fibra bruta y proteína respecto de una pasta convencional.

2.2 OBJETIVO PARTICULARES

OBJETIVO PARTICULAR 1:

Aplicar un estudio de mercado al público en general para definir la población objetivo a la que va dirigida la pasta funcional para sopa tipo tallarín.

OBJETIVO PARTICULAR 2:

Realizar un análisis químico mediante técnicas establecidas para determinar la composición química de las harinas de huauzontle, quinoa y sémola trigo.

OBJETIVO PARTICULAR 3:

Desarrollar prototipos de una pasta funcional para sopa tipo tallarín, por medio de un diseño de mezclas, variando la proporción de harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo para elegir el de mejores atributos y características mediante un análisis sensorial y pruebas físicas.

OBJETIVO PARTICULAR 4:

Analizar química y microbiológicamente el prototipo elegido, para comprobar el aumento en el contenido de fibra bruta y proteína que proporciona la mezcla de harinas en la pasta, verificando su funcionalidad y la calidad higiénica del producto



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

OBJETIVO PARTICULAR 5:

Evaluar la competitividad de la pasta funcional tipo tallarín respecto a un producto comercial, mediante una prueba sensorial de preferencia.

OBJETIVO PARTICULAR 6:

Desarrollar la estrategia de mercado a la pasta funcional para sopa tipo tallarín, definiendo el precio, envase y etiqueta (NOM-051-SCFI/SSA1-2015), para la comercialización del producto.

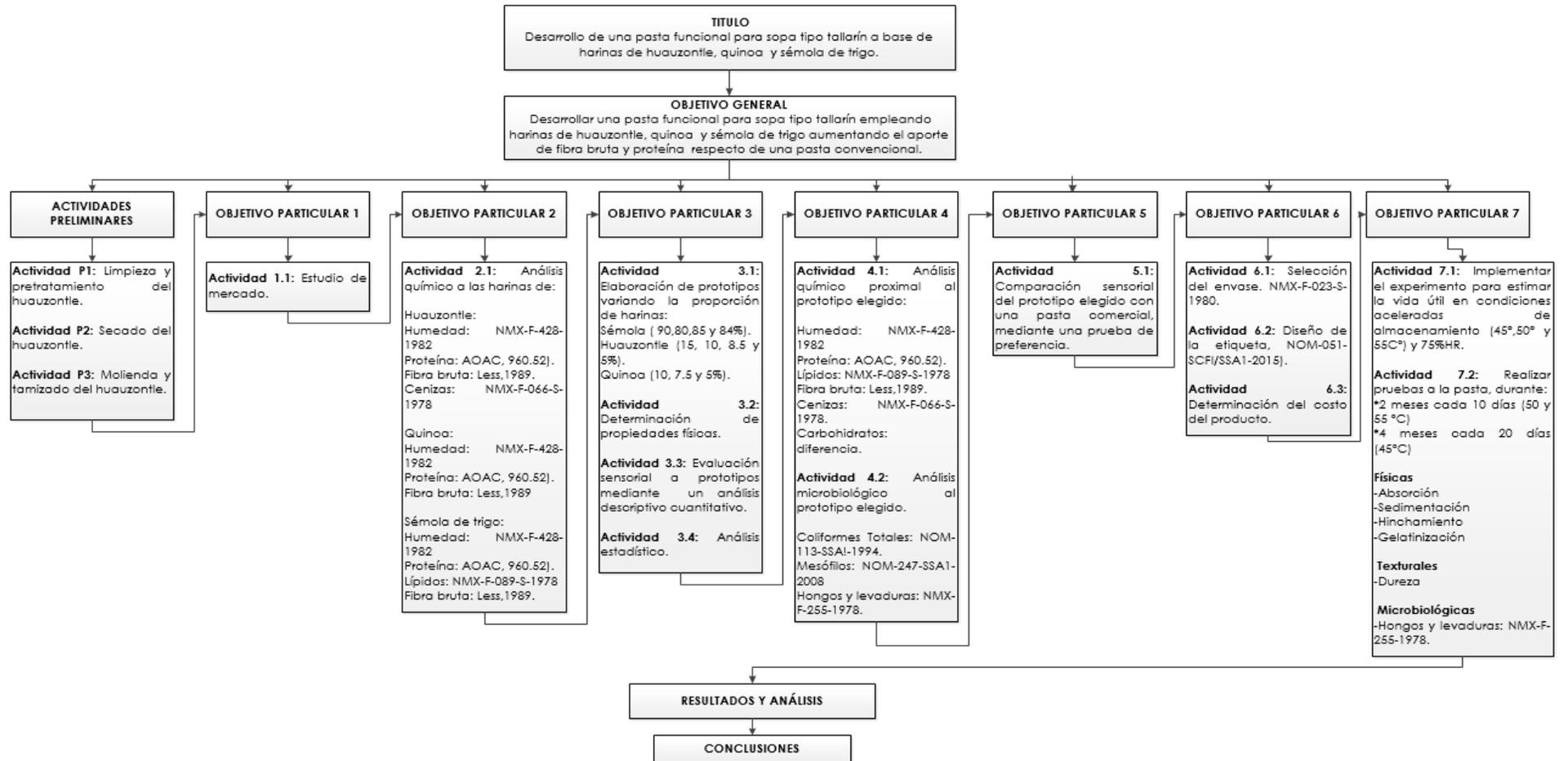
OBJETIVO PARTICULAR 7:

Estimar la vida útil de la pasta funcional para sopa tipo tallarín, mediante condiciones aceleradas de almacenamiento a 75%HR durante 2 y 4 meses y a temperaturas de 45°C, 50°C y 55°C, tomando muestras en 6 tiempos diferentes para aplicar pruebas físicas, texturales y microbiológicas estableciendo el tiempo de consumo preferente.



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

2.3 CUADRO METODOLÓGICO





2.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

ACTIVIDADES PRELIMINARES

ACTIVIDAD PRELIMINAR 1: Limpieza y pretratamiento del Huauzontle.

Se obtuvieron 4.5 kg de huauzontle en el mercado del Carmen, proveniente de la central de abastos de Iztapalapa, el cual presentaba un color verde intenso característico de esta hortaliza, sin mostrar daños aparentes por su transporte.

La limpieza del huauzontle, consistió en lavar y desinfectar las panojas (Figura 9) eliminando el polvo, hojas, tallos, así como un gran número de microorganismos, para asegurar la limpieza del producto, garantizando así la calidad del mismo. Posteriormente se lavó y desinfectó por un lapso de 15 min, con el fin de eliminar restos de tierra, insectos, residuos químicos y prevenir toxiinfecciones alimentarias.



Figura 9 Limpieza del huauzontle

El pretratamiento empleado fue un escaldado, con la finalidad de inactivar enzimas, ya que de otra manera se formarían colores y sabores desagradables en el producto.

El escaldado es un pretratamiento térmico que, a diferencia de otros procesos, no destruye los microorganismos ni alarga la vida útil de los alimentos. Es una técnica previa a un



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

segundo tratamiento, en este caso el secado, cuyo principal objetivo es inactivar enzimas, aumentando la fijación de la clorofila.

Las Clorofilasas, en la industria alimentaria deben tratarse para retener el color verde de la clorofila, en el caso de los vegetales deshidratados. El color natural (retención de clorofila de hasta 60%) puede protegerse mediante un pretratamiento por inmersión en solución de bicarbonato de sodio al 2% por espacio de 1 a 2 min.

Se llevó a cabo el escaldado con solución de bicarbonato de sodio al 2% a una temperatura de 90°C, durante 1 min.

ACTIVIDAD PRELIMINAR 2: Secado del Huauzontle.

Para el secado de huauzontle se utilizó una estufa marca Riossa, esta cuenta con tres parrillas en su interior, donde se introdujo un termómetro en cada nivel para saber la variabilidad de temperaturas en cada uno de los niveles, obteniéndose una variación de $\pm 1^\circ\text{C}$ en estos.

Posteriormente se colocó el huauzontle previamente lavado, desinfectado y escaldado en charolas perforadas con un contenido de 200g (Figura 10) colocando 2 en cada nivel de la estufa. El secado se efectuó a 65°C durante 20 h, hasta alcanzar un contenido de humedad del 14% verificando mediante la siguiente fórmula de % Humedad:

$$\%H = \frac{Ph - Ps}{Pm} \times 100$$

Donde:

Ph= peso del recipiente con muestra húmeda

Ps= peso del recipiente con muestra seca

Pm= peso de la muestra



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*



Figura 10 Secado de huauzontle en charolas perforadas

ACTIVIDAD P3: Molienda y tamizado del huauzontle.

Una vez seco el huauzontle, se llevó a cabo la molienda en un procesador de alimentos, para reducir el tamaño de partícula y obtener harina de huauzontle. Se utilizó un procesador de alimentos marca Moulinex con cuchillas, el cual consiste en hojas afiladas de acero inoxidable que rotan rápidamente dentro de un cilindro cerrado y con una tapa transparente superior que permitía observar la molienda.

Posteriormente se tamizó la harina de huauzontle en una malla #60 (Figura 11), para obtener un tamaño de partícula que generalmente tienen las semolina y es el que prefieren los productores de pasta, encontrándose dentro de un rango de 488 – 142 μm (Pérez, 2010).



Figura 11 Harina tamizada en malla #60



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

OBJETIVOS PARTICULARES

OBJETIVO PARTICULAR 1

ACTIVIDAD 1.1: Estudio de mercado.

Se aplicó un cuestionario de 10 preguntas a 50 personas del público en general, ya que es un alimento de consumo masivo al pertenecer a la canasta básica, con el fin de definir la población objetivo a la que va dirigida la pasta.

En la Figura 12 se muestra el formato de cuestionario empleado:

Estudio de mercado para una pasta funcional tipo tallarín

Edad:

Sexo: F M

1.- ¿Consumes pasta para sopa?

SI NO

2.- ¿Con que frecuencia consumes pasta para sopa (días a la semana)?

1-2 3-4 más de 5

3.- ¿Conoces el huauzontle?

SI NO

4.- ¿Con qué frecuencia consumes huauzontle al mes?

Nunca por lo menos 1 vez más de 2 veces

5.- ¿Te interesaría probar una pasta con mayor contenido de proteínas y fibra?

SI NO

6.- ¿Probarías una pasta para sopa a base de harina de huauzontle?

SI NO

7.- ¿Cuánto pagarías por una pasta para sopa con mayor contenido nutrimental con un contenido de 250g?

\$10-15 \$15-20 \$20-25

8.- ¿Dónde acostumbra a comprar pasta para sopa?

9.- ¿Qué tipo de empaque prefieren en una pasta para sopa?

BOLSA CAJA

10.- ¿Qué color de empaque llama su atención en una pasta para sopa?

Figura 12 Cuestionario de estudio de mercado



OBJETIVO PARTICULAR 2:

ACTIVIDAD 2.1: Análisis químico a las harinas huauzontle, quinoa y sémola de trigo.

Debido a la composición química de las diferentes harinas encontradas en la literatura y a que los componentes de principal interés son la fibra, proteína y cenizas, a las harinas de quinoa y sémola de trigo solo se le realizaron esas determinaciones. En cuanto a la sémola de trigo fue necesaria la determinación de lípidos, debido a que en la etiqueta del producto empleado de la marca Floryvida se menciona que tiene un contenido de grasa de casi 6g por cada 50g de sémola.

Determinación de humedad: Por secado en estufa (NMX-F-083-1986):

Se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua.

Cálculo:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P - P1)}{P2} \times 100$$

En donde:

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

P1 = Peso del recipiente con la muestra seca.

P2 = Peso de la muestra en gramos.

Equipo empleado:

- Estufa marca Riossa
- Balanza Sauter modelo GmbH D-7470



Determinación de proteínas método de microkjeldhal (AOAC 960.52, 1998)

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

Cálculo:

$$\%N = \left(\frac{(ml\ HCl - ml\ HCl\ blanco)(Normalidad\ HCl)(0.014)}{g\ de\ muestra} \right) \times 100$$

$$\% PROTEINA = \%N * 6.25$$

Equipo empleado:

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

Determinación de cenizas (NMX-F-066-S-1978).

Se basa en la descomposición de la materia orgánica por calcinación, obteniendo materia inorgánica de la muestra.

Cálculo:

$$C = \left(\frac{Crisol\ con\ Ceniza - Crisol\ vacío}{muestra} \right) \times 100$$



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Equipo empleado:

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

Determinación de extracto etéreo método Soxhlet (NMX-F-089-S-1978).

Utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter de petróleo que se encuentran en el alimento, posteriormente se evapora suavemente el éter del matraz y se seca hasta peso constante.

Cálculo:

$$\% \text{ de Extracto etereo: } \frac{\text{Peso del matraz con grasa} - \text{Peso del matraz sin grasa}}{\text{Gramos de muestra}}$$

Equipo empleado:

- Digestor de soxhlet
- Balanza Sauter modelo GmbH D-7470

Determinación de fibra bruta método de Kennedy (Less, 1989)

Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra bruta.

$$\% \text{ Fibra Bruta} = \left(\frac{(\text{papel con fibra} - \text{papel}) - (\text{crisol cenizas} - \text{crisol})}{\text{peso de muestra}} \right) \times 100$$

Equipo empleado:

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



OBJETIVO PARTICULAR 3:

ACTIVIDAD 3.1: Elaboración de prototipos variando la proporción de harinas.

La pasta de sémola es un alimento de consumo masivo, pero el valor biológico de su proteína es bajo, dada la deficiencia de lisina en la proteína del trigo. Al complementar la sémola con las harinas de huauzontle y quínoa, se mejorará la calidad de la proteína y se incrementará el contenido de fibra soluble.

Se propuso una formulación basada en lo reportado en Aztaína, et al., (2010), principalmente en artículos sobre pastas elaboradas con sustituciones parciales de harina considerando la cantidad de sólidos en la masa del 60-70% y el resto de ingredientes. Las formulaciones empleadas se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11 Formulación para elaboración de prototipos

Ingredientes	Sémola		Prototipos				
		%		%			
Sémola de trigo	Fase solida 65%	99.9	Fase solida 60%	99.9	80	70	60
Huauzontle		0		0	15	20	25
Quinoa		0		0	4.9	9.9	14.9
Sal		0.1		0.1	0.1	0.1	0.1
Agua	Fase liquida 35%	85	Fase liquida 40%	85	85	85	85
Huevo		15		15	15	15	



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Se elaboró un prototipo con la formulación de 20% de harina de huauzontle y a partir de ahí por medio de una degustación se decidió reducir la proporción de esta harina debido a que el sabor era muy fuerte característico del huauzontle.

Posteriormente se elaboró un segundo prototipo con sémola 85% huauzontle 10% y quínoa 5% mejorando el sabor, color y textura de la pasta.

Partiendo de la prueba anterior se efectuó un experimento de un factor con diseño completamente aleatorio variando las proporciones de harinas como se muestra en la Tabla 12. Se consideró como factor la proporción de sémola. Los datos se trataron con un análisis de varianza (anova) con el paquete estadístico R (R Core Team, 2015).

Tabla 12 Porcentajes de mezcla de harinas utilizadas

SÉMOLA	HUAUZONTLE	QUINOA
%	%	%
90	5	5
80	15	5
85	5	10
80	10	10
84	8.5	7.5



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

La elaboración de la pasta funcional para sopa tipo tallarín se llevó a cabo mediante el diagrama de proceso que se muestra en la Figura 13

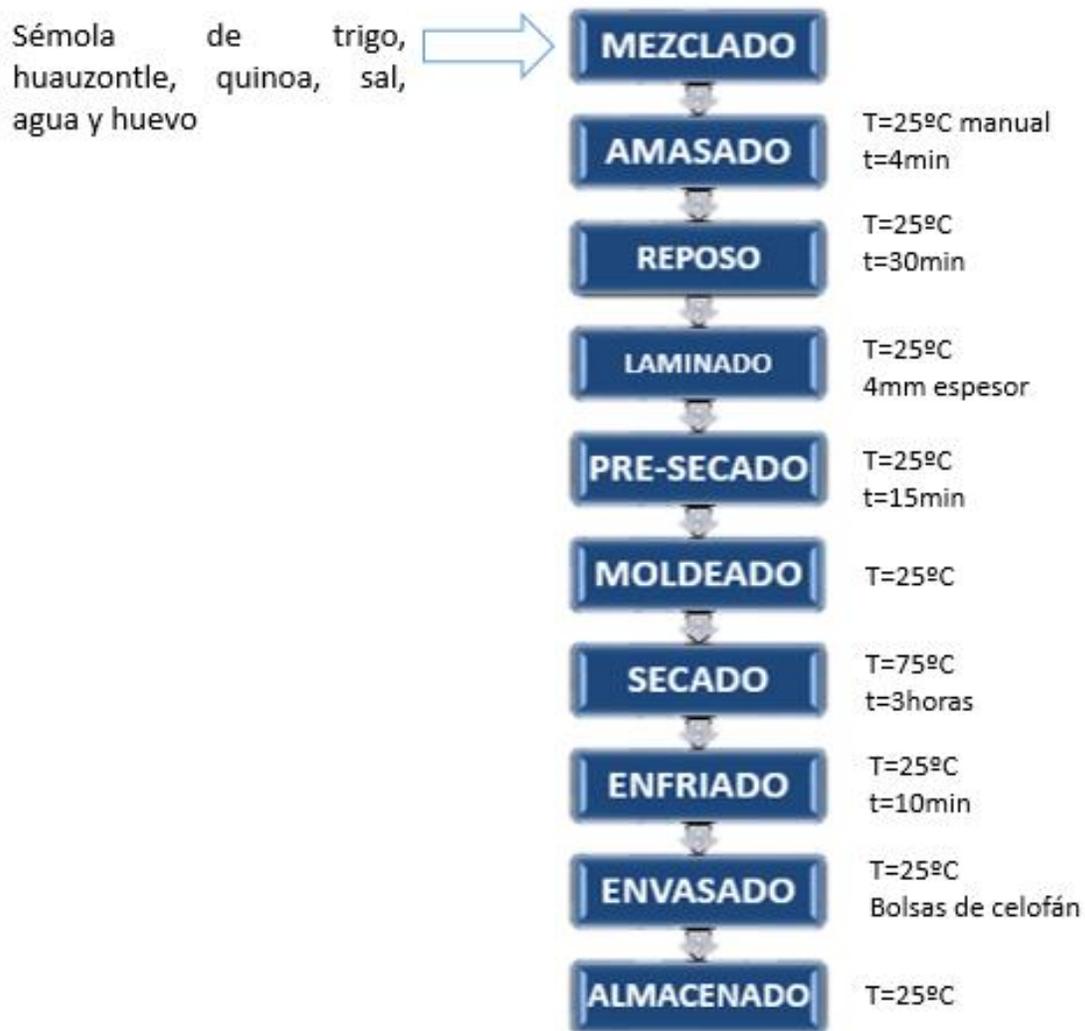


Figura 13 Diagrama de proceso para la elaboración de pasta funcional para sopa tipo tallarín



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

ACTIVIDAD 3.2: Determinación de propiedades físicas.

Se evaluó la calidad de los prototipos, para compararlos respecto a una pasta elaborada únicamente con sémola de trigo. A continuación, se describen las técnicas empleadas:

Puntos blancos en la superficie:

En esta determinación solo se observaron los tallarines que presentaban este defecto y se tomó una imagen representativa de dicho defecto.

Tiempo óptimo de cocción:

Se pesaron 15 g de pasta seca, se introdujeron en un vaso de precipitado que contenía 100 ml de agua en ebullición, a partir de que se vertió la pasta se tomó el tiempo y cada 3 min 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, para observar la presencia de puntos blancos internos (almidón no gelatinizado) en la pasta fue señal de que no estaba completamente cocida, por lo que requería mayor tiempo de cocimiento. Una vez que la pasta no presentó puntos blancos internos, se registró el tiempo, el cual se tomó como tiempo de cocimiento (Bustos Z., et al., 2007).

Porcentaje de sedimentos:

Se utilizó el agua de la prueba de tiempo óptimo de cocción, se homogeneizó con la ayuda de un agitador y se tomaron 15 ml en tubos graduados. Posteriormente se centrifugaron en una centrífuga clínica marca Damon/Iec división por un tiempo de 10 min a una velocidad de 4000 rpm.

Se determinó como porcentaje de sedimentación con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Sedimentos} = \frac{\text{ml sedimentados} * 100}{\text{ml en el tubo}}$$

(Bustos Z., et al., 2007).



Grado de Absorción:

Se pesaron 15 g aproximadamente de pasta seca de cada muestra en estudio y se cocieron de acuerdo al tiempo óptimo de cocción obtenido previamente.

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).

Grado de Hinchamiento:

Se pesaron 10 g de pasta seca cortada en trozos pequeños de cada muestra en estudio y cada variedad se depositó en una probeta graduada de 100 ml que contenía 50 ml de agua. Se le dio unos pequeños golpes para eliminar las burbujas de aire y se registró el volumen alcanzado por el desplazamiento del agua debido a la pasta.

Posteriormente se dejó escurrir por 10 min, y se coció en 50 ml de agua dependiendo de su tiempo óptimo de cocción.

El producto se coció dependiendo de su tiempo óptimo y se escurrió por 10 min; se introdujo a una probeta graduada que contenía 50 ml de agua, se eliminaron las burbujas de aire de la probeta mediante pequeños golpes y se registró el volumen que se alcanzó por el desplazamiento de agua debido a la pasta cocida.

Se calculó el grado de hinchamiento de la siguiente manera:

$$\text{Grado de Hinchamiento} = \frac{\text{Vol. pc} - \text{Vol. ps}}{\text{Vol. pc}} * 100$$

(Bustos Z., et al., 2007).

Donde:

Vol. pc= volumen desplazado por la pasta cocida.

Vol.ps= volumen desplazado por la pasta seca.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Tolerancia a la cocción:

Se cocinaron 5 trozos de muestra de pasta en las condiciones establecidas en la determinación del ‘tiempo óptimo de cocción’.

Se continuó cocinando hasta que se observaron tres trozos de pasta agrietados o deshechos, 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 min sin deshacerse.

ACTIVIDAD 3.3: Evaluación sensorial a prototipos mediante un análisis descriptivo cuantitativo.

Se realizó la evaluación sensorial aplicando un análisis descriptivo cuantitativo a 5 jueces semi-entrenados, de la comunidad universitaria de la carrera Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de ambos sexos y de edades entre 20-60 años.

El formato del cuestionario se presenta en la Figura 14. Se les pidió evaluar tres atributos: color, sabor y textura. Dentro del mismo debían ordenar las muestras de acuerdo a su preferencia.

Para llevar a cabo la evaluación sensorial, se codificaron los 5 prototipos con números representativos de su formulación, en la Tabla 13 se muestran los códigos utilizados:



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Figura 14 Encuesta de evaluación sensorial a prototipos mediante un análisis descriptivo cuantitativo.

TALLARINES A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

EDAD _____ SEXO _____

Frente a ti se presentan 5 muestras de tallarines con diferentes porcentajes de harinas. Por favor observe y pruebe cada una de ellas de izquierda a derecha, tomando un poco de agua entre cada muestra. Indique el grado en el que le gusta o disgusta de acuerdo a la siguiente tabla, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

CODIGO	Calificación para cada atributo		
	COLOR	SABOR	TEXTURA
905			
815			
855			
810			
848			

Para concluir favor de ordenar de acuerdo a tu preferencia. Colocando en el número 1 la de mayor agrado en orden decreciente.

Muestras

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

¡¡¡Muchas gracias!!!

Tabla 13 Códigos utilizados para los diferentes prototipos

CÓDIGO	SÉMOLA	HUAUZONTLE	QUINOA
	%	%	%
905	90	5	5
815	80	15	5
855	85	5	10
810	80	10	10
848	84	8.5	7.5



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Se usaron vasos del #0 con tapa en los cuales se agregó aproximadamente 1 tallarín de cada prototipo. De igual manera se les proporcionó un vaso de agua para limpiar el paladar entre cada muestra.

En la Tabla 14 se observa la escala hedónica utilizada para identificar el grado de aceptación de los prototipos.

Tabla 14 Escala hedónica utilizada para identificar el grado de aceptación de los prototipos

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

ACTIVIDAD 3.4: Análisis estadístico.

Los datos obtenidos en la actividad 3.3 se analizaron por medio de un análisis de varianza para un diseño en bloques completos aleatorizados, donde los jueces representan la unidad de bloqueo. Se utilizó la prueba de Tukey posterior al análisis de varianza para comparar pares de medias.

Con las variables de respuesta tiempo de cocción, sedimentos, absorción e hinchamiento se realizó un análisis de regresión múltiple y posteriormente un análisis de varianza para un experimento con un factor y diseño completamente aleatorio



OBJETIVO PARTICULAR 4

ACTIVIDAD 4.1: Análisis químico proximal al prototipo elegido

Las determinaciones del análisis químico proximal se realizaron por duplicado. Posteriormente se trataron estadísticamente obteniendo el promedio de cada prueba.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

- **Determinación de Humedad:** método de secado en estufa (NMX-F-083-1986)
- **Determinación de Proteínas:** método de microkjeldhal (AOAC 960.52, 1998).
- **Determinación de cenizas:** por incineración (NMX-F-066-S-1978).
- **Determinación de extracto etéreo:** método Soxhlet (NMX-F-089-S-1978).
- **Determinación de fibra cruda:** método de Kennedy (Less, 1989).

ACTIVIDAD 4.2: Análisis microbiológico al prototipo elegido.

Se llevó a cabo el análisis microbiológico al prototipo elegido de pasta funcional tipo tallarín, para comprobar su calidad higiénica. Se realizaron 3 diluciones, con 2 repeticiones para cada una de las determinaciones.

Preparación de las diluciones:

1. Se esterilizaron 90 ml de agua destilada en un matraz de 250ml con tapa, así como 3 tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada cada uno, en una autoclave a 121 ° C por 15 min.
2. Posteriormente se tomaron 10 g de pasta y se trituraron en un mortero previamente estéril.
3. Los 10 g de pasta triturados se vaciaron en el matraz del paso #1 y se agitó vigorosamente formando la dilución 10^{-1} .



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

4. Se tomó 1ml de la dilución 10^{-1} con una pipeta previamente estéril y se vació en uno de los tubos de ensayo, se agitó nuevamente para formar la dilución 10^{-2} .
5. Finalmente se tomó 1ml de la dilución 10^{-2} con otra pipeta previamente estéril y se vació en el segundo tubo de ensayo, para formar la dilución 10^{-3} .

Las determinaciones de microorganismos fueron las siguientes:

➤ **Determinación de Coliformes Totales (NOM-113-SSA1-1994):**

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

Se utilizó el medio selectivo de agar rojo violeta bilis para determinar la presencia de coliformes, bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 24 h fermentan formando ácido, ocasionando en las colonias desarrolladas el vire del indicador rojo presente en el medio y la precipitación de las sales biliares.

PROCEDIMIENTO:

- Se preparó el agar rojo violeta bilis (ARVB) de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Se tomó 1ml de cada una de las diluciones, con una pipeta estéril para cada dilución, y se colocaron en cajas Petri previamente estériles por duplicado para cada una de las diluciones.
- Posteriormente se vertieron aproximadamente 15 ml del medio (ARVB).
- Se mezclaron cuidadosamente con ligeros movimientos circulares: seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- Se tomó una caja petri más y se vertieron 15 ml del medio (ARVB), siendo ésta la caja control para verificar la esterilidad del medio.
- Las mezclas se dejaron solidificar en una superficie plana.
- Una vez solidificadas, las cajas fueron volteadas e introducidas en la incubadora a 35°C, durante 24 y 48 h.
- Pasado el tiempo de incubación, las cajas fueron retiradas y se prosiguió con el conteo de las colonias formadas.

CÁLCULO:

- 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.
- 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.
- Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliforme por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución (NOM-113-SSA1-1994).

➤ **Determinación de Mesófilos aerobios (NOM-247-SSA1-2008):**

Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. 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 mesófilos aerobios son un indicador general de la población que pueden estar presente en una muestra y, por lo tanto, de la higiene con que ha sido manejado el producto.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 15 Grupo bacteriano, temperatura y tiempo de Incubación

Termofílicos aerobios $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 48 ± 2 h
Mesofílicos aerobios* $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 48 ± 2 h
Psicrotróficos $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 3 - 5 días
Psicrofílicos $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 7 - 10 días

PROCEDIMIENTO:

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

CÁLCULO:

- Seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 25 a 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).



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

➤ **Determinación de 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.

PROCEDIMIENTO:

- Se preparó el agar-papadextrosa (APD) de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- 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.

CÁLCULO:

- Contar las colonias de hongos incubadas a 35°C .
- Multiplicar por la inversa de la dilución e informar "Cuenta de hongos en placas agar-papadextrosa acidificada e incubada durante 5 días a 35°C ", por gramo o mililitro de la muestra.

OBJETIVO PARTICULAR 5

ACTIVIDAD 5.1: Comparación sensorial del prototipo elegido con una pasta comercial, mediante una prueba de preferencia.

Se realizó una prueba de preferencia para evaluar la competitividad de la pasta funcional para sopa tipo tallarín, respecto de una pasta comercial. La pasta comercial usada pertenece a la marca Barilla y además de ser igualmente tallarines, la pasta está elaborada únicamente con



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

sémola de trigo. Lo que a la vez permitió contrastar la aceptación del producto por parte de los consumidores.

La prueba se aplicó nuevamente a 50 jueces semi-entrenados, de la comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería en Alimentos. A cada juez se le proporcionaron dos muestras: la muestra (105) del prototipo seleccionado (85%S, 10%H y 5%Q) y la muestra (925) de la pasta elaborada únicamente con sémola de trigo; así como un vaso de agua para tomar entre la degustación de cada muestra.

En el formato del cuestionario empleado (Figura 15) se pedía seleccionar la muestra de su mayor agrado y un comentario

NOMBRE: _____

EDAD: _____

Frente a usted hay dos muestras de pasta tipo tallarín, indique cuál de las muestras prefiere. Marque con una X la muestra elegida.

MUESTRAS	
<input type="checkbox"/> 105	<input type="checkbox"/> 925

¿Por qué la eligió?

!!!GRACIAS!!!

Figura 15 Formato, cuestionario prueba de preferencia para evaluar la competitividad de la pasta



OBJETIVO PARTICULAR 6

ACTIVIDAD 6.1: Selección del envase. NMX-F-023-S-1980.

Se buscó el uso de un envase que representara la esencia del producto. Un envase que estuviera ligado con la naturaleza, ya que el huauzontle le confiere un color verde a la pasta.

Es imprescindible proporcionar al consumidor la máxima garantía de calidad, fiabilidad y seguridad en la pasta funcional para sopa tipo tallarín. 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 asegurar que están en buen estado cuando llegue al consumidor.

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, ya que posee un tono verde característico, otorgado por las clorofilas presentes en el huauzontle; pudiéndose destruir con la exposición a los rayos naturales de luz y otorgando a la pasta un color café desagradable.
- Debido a que la pasta es frágil se necesitará un envase resistente, que permita transportarla de manera segura y sin sufrir daños.

La propuesta de envase consta de dos partes:

- Primero la pasta será introducida en una bolsa de celofán, ya sea sellada al calor u otro medio que asegure su conservación, que proteja el producto, que evite su contaminación y no altere sus características sensoriales.
- Posteriormente la bolsa de celofán será introducida en un envase secundario de cartón, lo que permitirá mantener el color verde característico de la pasta.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

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

ACTIVIDAD 6.2: Diseño de la etiqueta.

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente visible e indeleble con los siguientes datos:

- Denominación del producto.
- Nombre comercial o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- El "Contenido Neto" de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Comercio
- Lista completa de ingredientes y aditivos en orden de proporción decreciente señalando en el caso de las pastas que contienen huevo o vegetales, el porcentaje de los mismos.
- Nombre o razón social del fabricante y domicilio donde se elabore el producto.
- La leyenda "HECHO EN MÉXICO".
- Clave con número de lote y fecha de fabricación.

(NMX-F-023-S-1980)

Para el diseño de la etiqueta se tomaron en cuenta las recomendaciones anteriores y las especificaciones de la NOM-051-SCFI/SSA1-2015.

ACTIVIDAD 6.3: Determinación del costo del producto.

Los factores más importantes que se consideraron al establecer un precio de la pasta tipo tallarín son los siguientes:



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- 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, qué edades tienen, cuántos 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 establecerán los costos que se deben cubrir para la elaboración del producto, es decir, la materia prima de la que está hecha la pasta. Así como el costo de producción de la harina de huauzontle.
- Porcentaje de utilidad deseado se definirá una vez que se identifiquen los costos de producción.

OBJETIVO PARTICULAR 7

ACTIVIDAD 7.1: Implementar el experimento para estimar la vida útil en condiciones aceleradas de almacenamiento (45°, 50° y 55C°) y 75%HR.

Debido a que la pasta es un alimento con vida en anaquel de aproximadamente 2 años, se decidió hacer un experimento en condiciones aceleradas para poder hacer una estimación en menos tiempo. Por lo que se realizó un experimento dentro de una cámara en condiciones de humedad relativa del 75%, por un periodo de tiempo de 2-4 meses, variando las temperaturas de 45°, 50° y 55°C como se indica en la actividad 7.2.

Se calculó la cantidad de pasta necesaria para realizarle las pruebas que se describen en la actividad 7.2. Se consideraron 300g de pasta para cada temperatura y se envasó en empaques individuales de celofán con 50 g cada uno. Posteriormente se ajustó la temperatura y humedad de la cámara y se introdujeron los 6 empaques de pasta.



ACTIVIDAD 7.2: Realizar pruebas a la pasta durante:

- 2 meses a 50°C y 55°C, extrayendo un paquete cada 10 días.
- 4 meses a 45°C, extrayendo un paquete cada 20 días.

Al extraer cada paquete se realizaron las siguientes pruebas:

Físicas

- Absorción (Bustos Z., et al., 2007)
- Sedimentación (Bustos Z., et al., 2007)
- Hinchamiento (Bustos Z., et al., 2007)
- Gelatinización (Serna, 2003)

Texturales

- Dureza (Cortazar L., et al., 2014)

Se empleó un penetrómetro universal (Figura 16) este dispositivo mide básicamente la distancia de penetración con la cual se calcula el parámetro a reportar que es la dureza.

La dureza se define como la fuerza para deformar los alimentos. Esta simula la fuerza requerida para comprimir un alimento sólido entre los dientes molares o un producto semisólido entre la lengua y el paladar.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**



Figura 16 Penetrómetro universal

PROCEDIMIENTO:

- Cortar tallarines crudos de 5cm aproximadamente.
- Colocar la geometría a emplear en el cabezal y atornillar, cuyas características se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16 Características de la geometría del penetrómetro

Geometría	Peso (kg)	Diámetro (m)
Cilindro menor	0.0028	0.003



Figura 17 Cilindro menor

- Colocar la muestra en el centro de la base adaptada para la pasta, (Ver Figura 18).



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**



Figura 18 Base adaptada para tallarines.

- Usar el equipo según el manual de operación.

CÁLCULO:

Para realizar el cálculo de la dureza se sustituyeron los valores obtenidos en la siguiente ecuación:

$$D = \frac{F}{A} = \frac{m_T a_g}{A}$$

Donde:

D= Dureza (Pa)

A= Área total de dispositivo que penetró (m²)

m_T= Peso del dispositivo, varilla y cabezal (kg)

a_g= Aceleración de la gravedad (m/s²)

Para determinar el área se usó la siguiente ecuación:

$$cilindro = 2\pi * r * (h + r)$$

Donde:

h= altura de penetración (m)

r= radio de la geometría (m)



Microbiológicas

- Coliformes Fecales: NMX-F-308-1992.
- Mesófilos: NOM-247-SSA1-2008
- Hongos y levaduras: NMX-F-255-1978.

ACTIVIDAD 7.3 Análisis estadístico para la estimación de vida útil

Se realizó un análisis de regresión para establecer el orden de las cinéticas de deterioro de las variables de calidad. Se usó el modelo de Arrhenius para extrapolar y poder estimar la vida útil a la temperatura recomendada de almacenamiento. Se utilizó el paquete de cómputo estadístico R para hacer el análisis.

PROCEDIMIENTO:

- Se elaboraron gráficos tiempo vs variable en estudio.
- Se realizó un análisis de regresión lineal con los datos de cada temperatura y se obtuvieron las ecuaciones de las líneas rectas ajustadas.
- Se determinó el orden de la cinética de deterioro de las variables.
- Se utilizó la pendiente de cada recta estimada como constante “K” de la cinética de cada temperatura.
- Con las constantes K_{45} , K_{50} y K_{55} se realizó un análisis de regresión lineal (modelo Arrhenius) para obtener la recta que relaciona el logaritmo de las constantes con el inverso multiplicativo de la temperatura, de esta manera por extrapolación obtener la constante K de la temperatura de interés, en este caso la constante a 25° C. Con la constante estimada se obtiene la ecuación para estimar el tiempo de vida útil.
- Se utilizó la siguiente ecuación para obtener la constante K de referencia

$$\ln K = \text{intersección} + \left[\frac{1}{Tem} * \frac{1}{Tem_{Ref}} \right]$$



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Dónde:

K= Constante de velocidad a la temperatura de referencia

Intersección= Contiene las estimaciones de los parámetros

Tem= Temperatura de almacenamiento

Tem_{Ref}= Temperatura de almacenamiento de referencia (45, 50 y 55)

- Se utilizó la siguiente ecuación para obtener la estimación de vida útil en días

$$\ln I_i = \ln I_0 + K t_i$$

Dónde:

LnI_i= Valor crítico de la variable

LnI₀= Promedio de los resultados experimentales

K= Constante de velocidad a la temperatura de referencia que se obtuvo en el punto anterior.

t_i= Tiempo en días



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y

ANÁLISIS



ACTIVIDADES PRELIMINARES

ACTIVIDAD PRELIMINAR 1: Limpieza y pretratamiento del huauzontle.

Después de la limpieza de los 4.5 kg de huauzontle se obtuvo un rendimiento relativamente bajo del 37.86%, ya que, al aprovechar únicamente la inflorescencia de éste, se secaron sólo 1.704 kg; debido a los grandes tallos y abundantes hojas característicos del huauzontle.

Así que de cada kilo de huauzontle sin limpiar solo se usaron aproximadamente 379g de inflorescencia.

Los procesos de degradación de color fueron minimizados gracias al empleo del bicarbonato de sodio, evitando el pardeamiento del producto, ayudando así a la preservación del color verde característico de la materia prima.

ACTIVIDAD PRELIMINAR 2: Secado del huauzontle.

El huauzontle fue secado a 65°C en la estufa, en charolas perforadas con un contenido de 200g, por alrededor de 20 h. Cada hora se extrajeron las charolas para ser pesadas y determinar el porcentaje de humedad de las muestras. La operación terminó cuando se obtuvo un porcentaje de humedad del 14% en cada muestra.



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

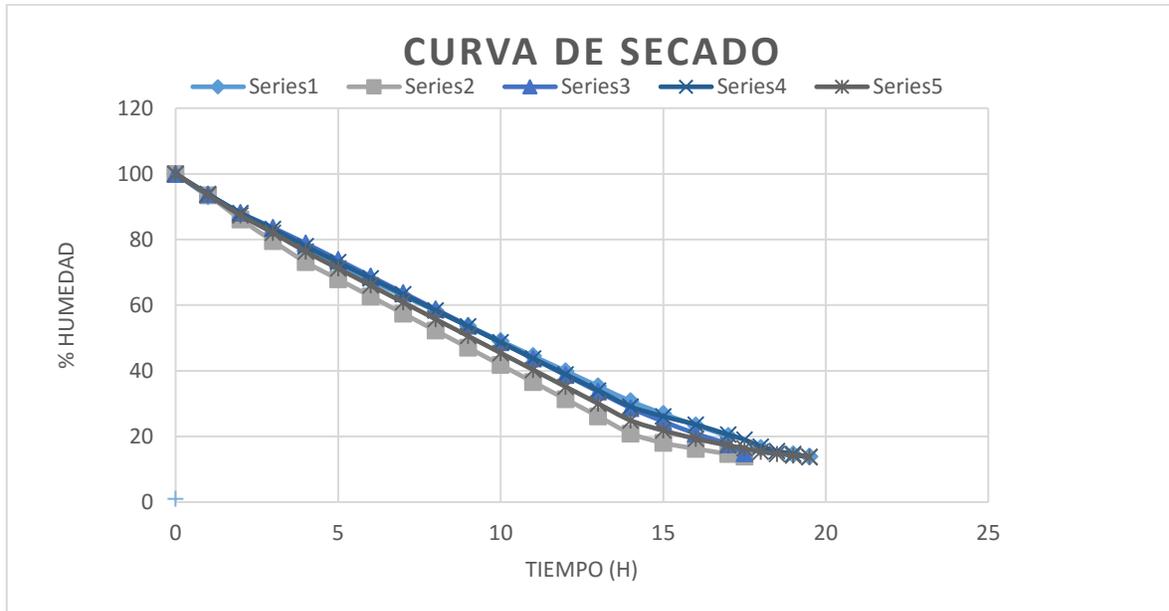


Figura 19 Curva de secado de huauzontle

El objetivo de la curva de secado que se muestra en la Figura 19 fue determinar el comportamiento de secado en las diferentes charolas para comprobar que éste fuera uniforme. De los 1.704 kg de huauzontle fresco, se obtuvieron aproximadamente 365 g de huauzontle seco, obteniendo un rendimiento del 21.4% de este pseudocereal por su alto contenido de humedad.

Posteriormente se realizaron varias corridas de secado en la estufa, con duración aproximada de 20 h cada una, hasta obtener suficiente harina para la elaboración de la pasta.

ACTIVIDAD P3: Molienda y tamizado del huauzontle.

Las pérdidas por molienda, muy probablemente se debieron al calentamiento que generalmente ocurre por la fricción y movimiento del material dentro del molino durante el proceso. Lo cual ocasiona migración de humedad al aire y por ende se reduce el peso.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Adicionalmente, el aumento de la merma, se debe a la pérdida de partículas muy finas hacia la atmósfera.

El tamaño de partícula de la harina, depende del tamaño de la apertura en la malla del tamiz. Por lo que cuanto más fina fuera la harina se requeriría un tiempo de mezcla más corto, en la elaboración de la pasta. Para este caso se utilizó un tamiz malla #60.

Se obtuvo harina de color verde 5777C (Figura 20), característico del pigmento original del huauzontle.



Figura 20 Harina de huauzontle

De los 365g de huauzontle seco que fueron sometidos a la molienda y el tamizado, se obtuvieron 117.50g de harina. Teniendo rendimiento del 32.2%.

A pesar del pretratamiento con bicarbonato de sodio para evitar la pérdida de color característico de este pseudocereal, se obtuvo una harina de color opaco y no brillante como se esperaba, debido al excesivo tiempo de secado.



OBJETIVOS PARTICULARES

OBJETIVO PARTICULAR 1

ACTIVIDAD 1.1: Estudio de mercado.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos del estudio de mercado realizada a 50 personas al azar de diferentes edades, donde el 44% eran hombre y el 56% mujeres.

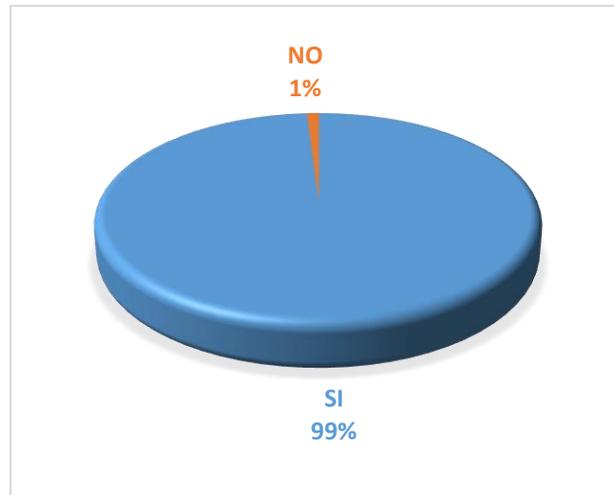


Figura 21 Estudio de mercado. Pregunta ¿Consume pasta para sopa?

En la Figura 21 se muestra que el 99% consume pasta para sopa lo cual resulta favorable para el desarrollo de un producto innovador con altas probabilidades de aceptación, ya que la pasta es un alimento de consumo masivo en México al formar parte de la canasta básica de la población.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

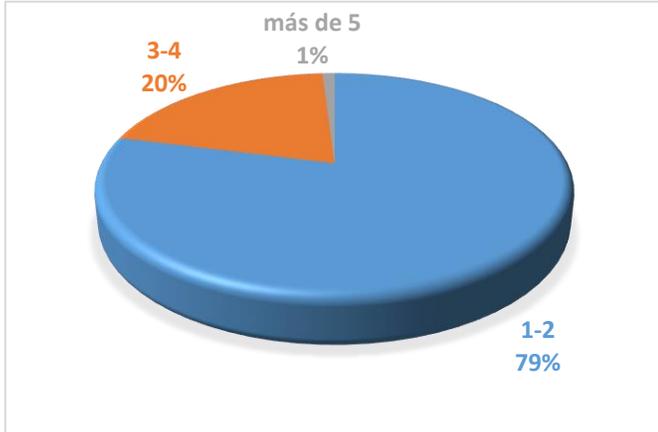


Figura 23 Estudio de mercado. Pregunta ¿Con que frecuencia consume pasta para sopa (días a la semana)?

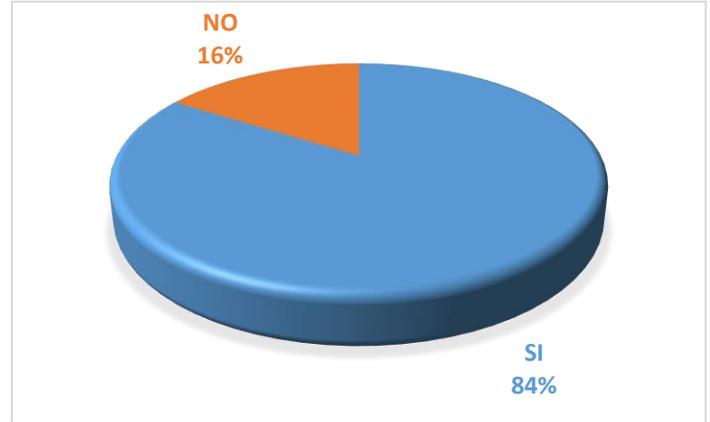


Figura 22 Estudio de mercado. Pregunta ¿Conoce el huauzontle?

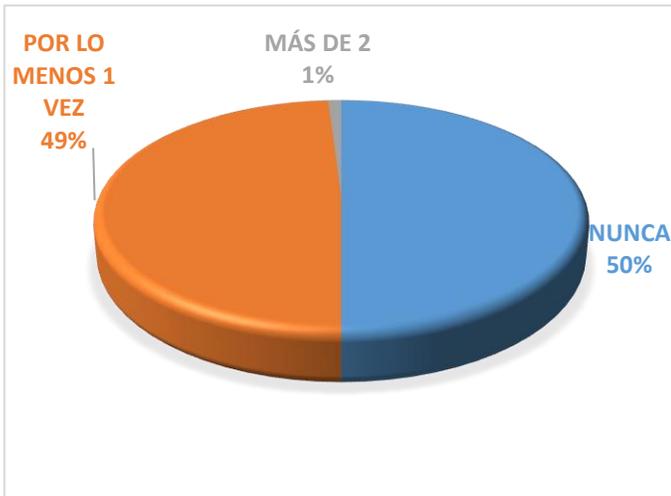


Figura 24 Estudio de mercado. Pregunta ¿Con que frecuencia consume huauzontle al mes?

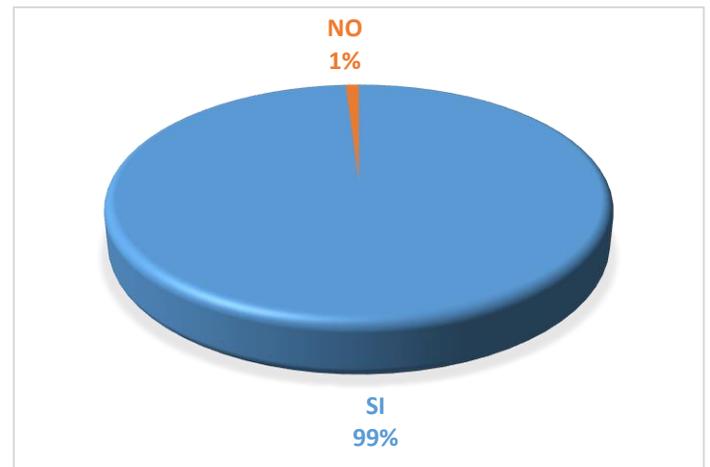


Figura 25 Estudio de mercado. Pregunta ¿Te interesaría probar una pasta con mayor contenido de proteínas y fibra?



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

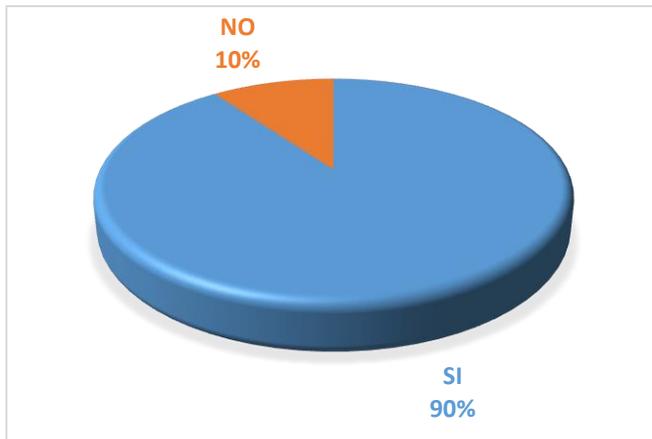


Figura 26 Estudio de mercado. Pregunta ¿Probarías una pasta para sopa a base de harina de huauzontle?

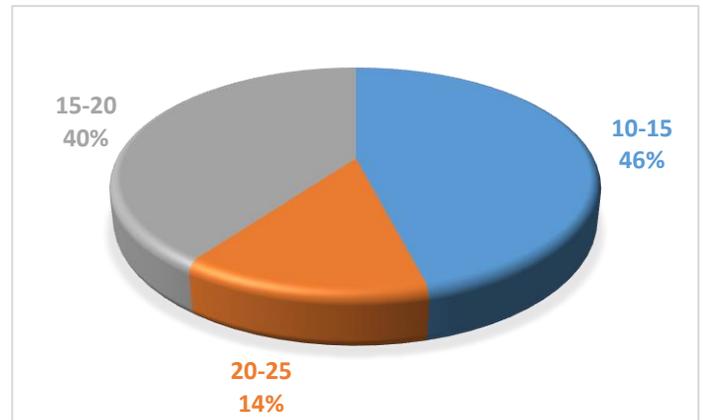


Figura 27 Estudio de mercado. Pregunta ¿Cuánto pagarías por una pasta para sopa con mayor aporte nutricional (contenido 250g)?

En la Figura 23 se observa que el 79% lo consume de 1 a 2 veces por semana lo cual indica que este alimento tiene una alta demanda. El 84% (Figura 22) conoce el huauzontle sin embargo el consumo de este pseudocereal en el país es muy bajo ya que como se muestra en la Figura 24 el 50% dice no consumirlo y el otro 50% lo consume ocasionalmente, esto posiblemente sea debido a que después de la conquista los españoles lo desdeñaron, este trabajo pretende contribuir a que este cultivo sea mejor aprovechado.

Las Figuras 25 y 26 muestran que están dispuestos a probar un producto hecho a base de harina de huauzontle ya que aporta mayor contenido de fibra y proteínas lo cual indica que las personas hoy en día se preocupan más por su salud y buscan un alimento que aporte algún beneficio a su salud, por lo tanto, este producto será dirigido al público en general.

Ya que la harina de quinoa no es un producto económico y aunque no se tomó en cuenta para el estudio de mercado el precio elegido por los encuestados se encuentra dentro del intervalo de \$10-15 (Figura 27), lo cual se considera que este precio es bajo ya que al encontrar productos similares en presentaciones de 500g el precio oscila alrededor de \$100.



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

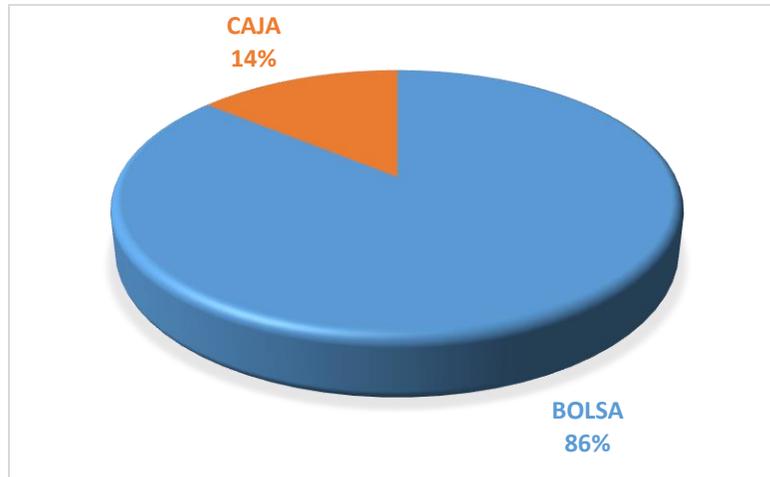


Figura 28 Estudio de mercado. Pregunta ¿Qué tipo de empaque prefiere en una pasta para sopa?

A pesar de que en el estudio las personas prefieren que el empaque sea en bolsa (Figura 28) no se puede llevar a cabo, ya que por el contenido de clorofila ésta perdería su color característico.

OBJETIVO PARTICULAR 2:

ACTIVIDAD 2.1: Análisis químico a las harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo.

En la Tabla 17 se muestran las propiedades químicas de las harinas utilizadas en la elaboración de pasta para sopa tipo tallarín. Estas determinaciones se hicieron por triplicado y se presenta el porcentaje promedio y desviación estándar.

Tabla 17 Propiedades químicas de las harinas, media \pm desviación estándar.

	Humedad	Proteínas	Fibra	Cenizas	Lípidos
Huauzontle	8.54 \pm 0.28	17.68 \pm 0.55	10.24 \pm 0.48	5.68 \pm 0.22	
Quinoa		16.97 \pm 0.24	2.63 \pm 0.10	2.30 \pm 0.14	
Sémola	8.05 \pm 0.35	7.07 \pm 0.85	1.08 \pm 0.31	0.82 \pm 0.35	0.65 \pm 0.07



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Es importante determinar el contenido de humedad de la sémola pues de ésta depende la absorción de agua durante el proceso de producción de las pastas.

El porcentaje de humedad se encuentra en un rango bajo ya que el reportado en el CODEX STAN 178-1995 debe ser 11 al 13% m/m máximo para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos.

Para el caso de la harina de huauzontle se obtuvo el 8.55% de humedad lo cual se encuentra dentro del intervalo reportados de 6.4% a 12.65% de los pseudocereales (De la Cruz, et al., 2001).

Las proteínas constituyen un componente nutricional importante dentro de un alimento y la cantidad de proteína en pseudocereales encontrada en otros estudios similares varía entre 13.1 y 17.9% (De la Cruz, et al., 2001).

Los resultados obtenidos son satisfactorios ya que uno de los objetivos principales en este proyecto era obtener una pasta funcional para sopa con alto contenido proteico lo que es importante que las materias primas utilizadas (harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo) tengan un porcentaje alto para que el producto final supere el contenido de proteínas de las pastas comerciales.

El contenido de fibra en el caso del huauzontle es alto comparado con el de sémola y quinoa lo cual resulta favorable ya que se espera que el huauzontle ayude a incrementar el aporte nutrimental en el producto final.

El contenido de cenizas depende de la eficiencia del proceso de molienda, del porcentaje de extracción y del tipo de harina (Acosta, 2007). El contenido de cenizas revelo un valor mayor en la harina de huauzontle (2.68%) en comparación con la quinoa (2.30%), esto se debe a que la inflorescencia del huauzontle tiene mayor contenido de minerales que en el tallo



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

(Allende, 2014) y al obtener la harina únicamente de esta inflorescencia el contenido de cenizas es mayor.

Por otro lado, el contenido de cenizas bajo en la sémola se debe a que el trigo durum tiene normalmente un contenido de cenizas del 0.55 al 0.75% (Cuzco, 2014) dependiendo del tipo de trigo que se utilice.

Las materias grasas, 1.2 a 1.4% están localizadas en el germen y en las cáscaras del grano de trigo. Es importante destacar que parte de estas materias desaparecen durante el envejecimiento de las harinas y se convierten en ácidos grasos que alteran la calidad de la harina (Cuzco, 2014). El resultado obtenido es bajo considerando el reportado en la etiqueta de la sémola utilizada para la elaboración de la pasta el cual era de 11.2%.

OBJETIVO PARTICULAR 3:

ACTIVIDAD 3.1: Elaboración de prototipos.

En una prueba preliminar se encontró que las pastas con un contenido mayor o igual al 20% de harina de huauzontle tuvieron un sabor muy fuerte, predominante, característico de éste pseudocereal. Por esto se decidió tomar como límite máximo del contenido de esta harina el 15% y como mínimo un 5%.

Posteriormente el diseño de experimentos aplicado fue un diseño de mezclas, variando el porcentaje en la composición de las harinas para las pastas, pudiéndose apreciar los tratamientos en el Capítulo 2 Tabla 12. Para la última mezcla se realizó una repetición, como lo marcaba el diseño.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 18 Tabla de variables

Factor de variación	Niveles de variación						Variables de respuesta
Harinas	S	90	80	85	80	84	<ul style="list-style-type: none"> ● Calidad de la pasta cruda ● Calidad en la pasta cocida
	H	5	15	5	10	8.5	
	Q	5	5	10	10	7.5	Aceptación de los consumidores

Los prototipos se elaboraron según la Tabla 18, mientras que el porcentaje de sal (0.1%) y la fase líquida (40%): huevo (15%) y agua (85%) se mantuvieron constantes.

Los ingredientes fueron incorporados y mezclados manualmente por un tiempo de 4 minutos. Posteriormente la masa se deja reposar por 30 min. Pasado el tiempo de reposo se tomó la mitad de la masa y se laminó con un grosor de 4mm.

Debido a que la masa laminada tenía un alto contenido de humedad, que impedía el moldeado inmediato para la formación de los tallarines, fue necesario un tiempo de pre-secado de 15 min. de la masa ya laminada. Posteriormente fue moldeada, formando tallarines de aproximadamente 25 cm de largo. Estos fueron acomodados sobre papel encerado y secados en estufa a 75°C por 3 h (Figura 29). Este proceso se describe de manera más detallada en el Capítulo 2.



Figura 29 Secado de pasta



ACTIVIDAD 3.2: Determinación de propiedades físicas.

Puntos blancos en la superficie:

En la Figura 30 se observa la presencia de puntos blancos en la superficie en los prototipos 815 y 848.



Figura 30 Puntos blancos en la superficie en prototipo 815 y 848

La pasta con puntos blancos no debe exceder el 5% de la muestra (Bustos, et al., 2007). En ninguno de los dos prototipos que presentaron esta propiedad fue rebasado el porcentaje de aceptación.

Es el resultado de un mezclado y amasado deficiente, ocasionando que la hidratación de las harinas no fuera uniforme. Este defecto también es ocasionado por el empleo de una semolina de tamaño de partícula muy variado, consistiendo tanto en partículas finas como gruesas, ya que al tratar de usar el mismo tamiz que con la harina de Huauzontle (malla #60) se ocasionaron grandes pérdidas de ésta, por lo que la sémola fue empleada directamente como el fabricante lo sugiere, de tal manera que al hidratarse más rápidamente las partículas finas respecto a las gruesas, se origina una hidratación que no es homogénea, lo que durante el secado se traduce en puntos blancos en la superficie del producto.



Tiempo óptimo de cocción:

Es el tiempo necesario para obtener un producto al dente, en otras palabras, es el momento en el cual desaparece la zona blanquecina de la sémola, correspondiente al almidón que aún permanece sin gelatinizar.

En la Tabla 19 se puede observar que el tiempo de cocción para lograr una pasta al “dente” fue de 10 – 12 min, dependiendo del porcentaje de las proporciones en las mezclas de harinas. Sé muestra que no existe una diferencia significativa para el tiempo óptimo de cocción, se observa que el prototipo 905 presenta el tiempo de cocción más bajo esto debido a que es el prototipo con mayor porcentaje de sémola en la formulación esto quiere decir que al mezclar las harinas en estudio en mayores proporciones (harina de huauzontle y harina de quinoa) el tiempo de cocción incrementa. Pero la mayoría de las mezclas permanece con el mismo tiempo de cocción 11 min.

Porcentaje de sedimentos:

El porcentaje de sedimentos no presenta variaciones significativas (Tabla 19), debido a que las harinas en estudio (huauzontle y quinoa), tienen una composición similar, atribuido principalmente al nulo gluten que poseen. Sin embargo, cuando existe una mayor proporción de sémola de trigo, el porcentaje de sedimentos es menor, ya que al contener una mayor cantidad de gluten impide el desprendimiento del almidón, constituyente principal del porcentaje de sedimentos.

Grado de Absorción:

Las buenas pastas absorben por lo menos el doble de su peso de agua. En la Tabla 19 se muestra el grado de absorción, pudiéndose observar que ninguno de los prototipos cumple con absorber el doble de su peso, ya que su peso inicial era de aproximadamente 15g para



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

cada mezcla. Esto se puede atribuir a l contenido de fibra del huauzontle lo cual posiblemente forma una red de fibra que impedía la correcta absorción de agua en la pasta.

Grado de Hinchamiento:

Los productos de buena calidad se hinchan tres o cuatro veces a su volumen original o al menos debe hincharse al doble de su volumen (Bustos, et al., 2007).

La capacidad baja de hinchamiento de los almidones, como en el almidón de semilla de huauzontle puede atribuirse a la presencia de un gran número de regiones cristalinas formadas a través de la asociación entre las cadenas largas de amilopectina.

Los almidones que presentan un comportamiento restringido de hinchamiento son relativamente estables frente a la acción de cizallamiento durante la cocción en agua (Asad,et al., 2014). En la Tabla 19 se muestran los resultados de la prueba de hinchamiento, dado que el volumen original de la pasta era de 50ml, los resultados no se acercan al doble de este volumen.

Tolerancia a la cocción:

La pasta producida fue muy tolerante a la cocción En la Tabla 19 se muestran los tiempos registrados cuando el agua de cocción se evaporó, tiempo dentro del cual no se observaron trozos de pastas fisuradas.

Esto probablemente a que las características culinarias 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 de cocción, lo que explica por qué a mayor número de cadenas polipeptídicas, mayor es el número de interacciones entre las proteínas con lo que favorece la formación de una red más resistente. Cuanto más resistente sea la pasta, más tardará en empezar a romperse, lo que está relacionado con características del gluten fuerte



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

y por lo tanto una sémola fuerte, que es la harina de mayor proporción en los prototipos (Bustos, et al., 2007).

Según la NMX-F-023-s-1980, la pasta deberá soportar ebullición durante mínimo 15 min. sin deshacerse.

Tabla 19 Resultados de las pruebas de calidad de los diferentes prototipos.

Código	Composición			Tiempo de cocción (min)	Sedimentos (%)	Absorción (g)	Hinchamiento (%)	Tolerancia a la Cocción
	S	H	Q					
905	90	5	5	10	9	23.15	67.44	29.12
815	80	15	5	12	6.67	19.18	65.90	28
855	85	5	10	11	5.5	24.41	61.11	29
810	80	10	10	11	7.67	24.05	57.89	29
848	84	8.5	7.5	11	9.33	27.28	65.11	27.5
848	84	8.5	7.5	11	6	28.53	54.05	25

Los resultados del experimento carecen de evidencia suficiente que indique que la proporción de las diferentes harinas empleadas en la elaboración de la pasta tiene efecto sobre los parámetros: porcentaje de sedimentos, absorción e hinchamiento ($p > 0.05$). En el anexo se muestran los resultados de los análisis de varianza realizados. Entre otras cosas este resultado se puede deber a la falta de repeticiones y de reconocimiento de otras variables que afectan la variabilidad de las mediciones. También es posible que el rango de variación de la proporción de sémola, de 0.8 a 0.9, es muy angosto y en este rango los efectos son tan pequeños que es difícil declararlos significativos con pocas repeticiones.



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

ACTIVIDAD 3.3: Evaluación sensorial a prototipos mediante un análisis descriptivo cuantitativo.

La evaluación sensorial es una disciplina muy útil para conocer atributos como el color, sabor y textura de la pasta ya cocinada.

La textura es un aspecto de la calidad que está relacionado tanto con el tiempo de cocción como con el tiempo que transcurre entre la cocción y su evaluación (Bustos, et al., 2007).

Dicha evaluación se llevó a cabo con 50 jueces semientrenados, de la comunidad universitaria de la carrera de ingeniería en alimentos, contestando el cuestionario presentado en el Capítulo 2.

En la Figura 31 se muestran las tendencias de los prototipos. Como se puede observar las líneas de los prototipos presentan la misma tendencia, debido a que las pastas presentaban un aspecto similar y sabían de manera semejante a excepción de la que contenía un mayor porcentaje de huauzontle (815).

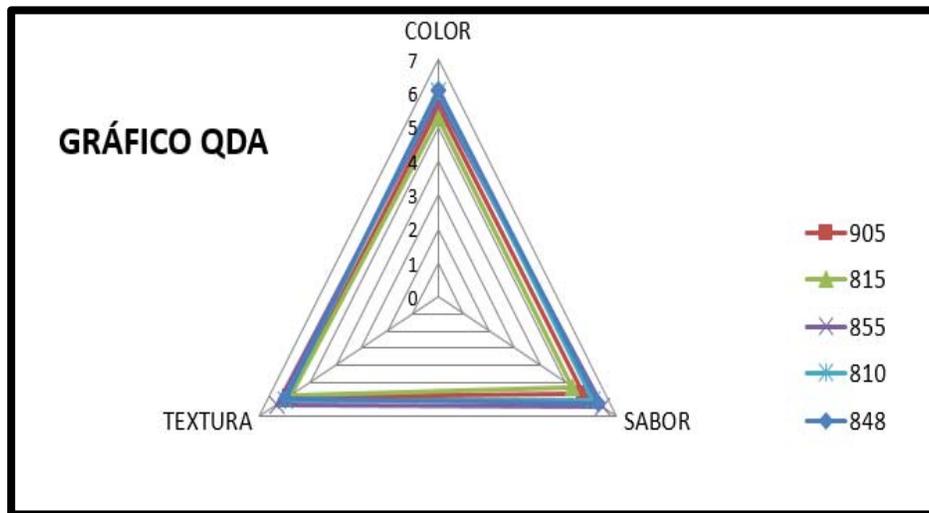


Figura 31 QDA

En la prueba de ordenamiento de acuerdo a su preferencia, presentado en la Figura 32, no se logra distinguir grandes diferencias, pero si se puede notar que la pasta de menor agrado fue la que en su composición existía una mayor proporción de harina de huauzontle, esta presentaba un color y sabor más intenso característico del huauzontle.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

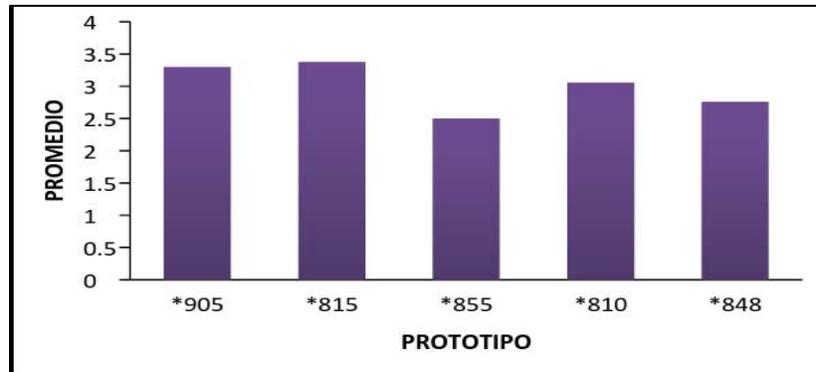


Figura 32 Resultados comparativos de prueba de ordenamiento

En la Figura 32 la barra más baja corresponde al prototipo colocado en la primera posición dentro del cuestionario, es decir, el prototipo de mayor agrado para los jueces fue el prototipo 855 (85%S, 5%H y 10%Q). A su vez el prototipo que representado por la barra más alta 815 (80%S, 15%H y 5%Q), fue el de menor aceptación debido a su mayor contenido de harina de huauzontle provocando un sabor y color más fuertes que el resto de los prototipos.

En la Figura 33 se pueden observar los porcentajes de los prototipos, esto se realizó para saber cuál era de mayor agrado. Notándose una ligera preferencia por los prototipos 855 y 848. Esto deja claro que los jueces prefieren aquellos prototipos que el sabor a huauzontle sea menos intenso.

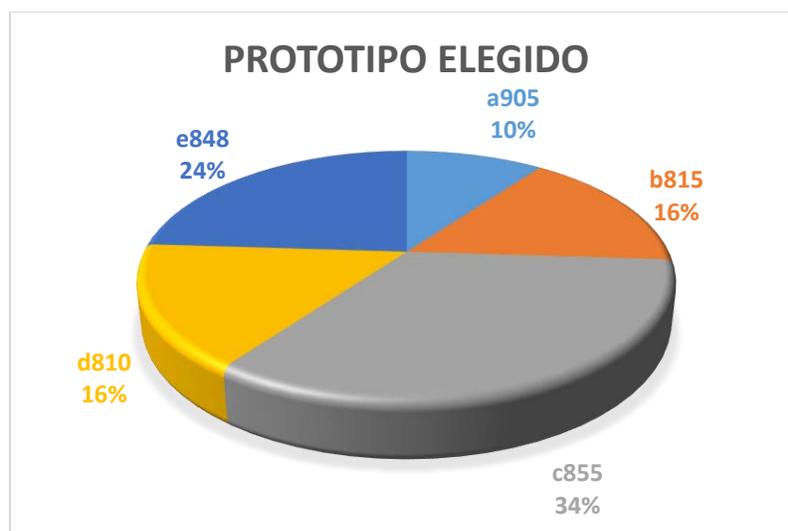


Figura 33 Porcentaje de preferencia de prototipos



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

ACTIVIDAD 3.4: Análisis estadístico.

Análisis estadístico de la evaluación sensorial.

Tabla 20 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre el color.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Valor p
Prototipo	4	24.6	6.150	2.869	0.0243
Juez	49	346.8	7.078	3.301	2.03e-09
Error aleatorio	196	420.2	2.144		

Tabla 21 Comparación de las medias por pares sobre el color.

Prototipo	Media (error estándar = 0.19)	Letra*
84-8.5-7.5	6.12	A
80-10-10	6.04	ab
85-5-10	5.8	ab
90-5-10	5.6	ab
80-15-5	5.26	b

*Letras diferentes indican diferencia significativa.

Al realizar la comparación de las medias por pares en el color se encontró diferencia significativa entre los prototipos 905, 855 y 810 (Tabla 21).

Tabla 22 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre el sabor.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Valor p
Prototipo	4	42.5	10.614	4.963	0.000784***
Juez	49	437.6	8.931	4.176	5.03e-13***
Error aleatorio	196	419.1	2.138		



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 23 Comparación de las medias por pares sobre el sabor.

Prototipo	Media (error estándar = 0.21)	Letra*
85-5-10	6.42	A
84-8.5-7.5	6.28	a
80-10-10	6.04	ab
90-5-10	5.7	ab
80-15-5	5.28	b

*Letras diferentes indican diferencia significativa.

En relación con el sabor de la pasta, los prototipos con porcentajes de semola-huazontle-quinoa 85-5-10 y 84-8.5-7.5 tuvieron una calificación promedio significativamente mayor ($p < 0.01$) a la del prototipo con composición 80-15-5 (Tabla 22). Se ve que un porcentaje de 15% ya no es adecuado para un sabor agradable. No se encontró evidencia suficiente para decir que haya diferencia significativa en el gusto por el sabor de los prototipos con porcentaje de huazontle entre 5 y 10. La quinoa parecer ser un elemento importante para neutralizar el sabor del huazontle. Cabe hacer notar que la diferencia entre la calificación promedio más alta y la más baja fue tan solo de 1.14 puntos y que el promedio más alto obtenido está entre los niveles de respuesta “me gusta levemente” y “me gusta moderadamente”

Tabla 24 Análisis de varianza para probar el efecto del prototipo sobre la textura.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Valor p
Prototipo	4	8.6	2.154	1.188	0.317
Juez	49	403.9	8.244	4.546	1.67e-14***
Error aleatorio	196	355.4	1.813		

No se obtuvo evidencia suficiente del efecto de los porcentajes de la mezcla semola-huazontle-quinoa sobre la textura (Tabla 24).



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Debido a que no se observaron diferencias significativas entre los prototipos y tomando en cuenta la ligera preferencia de los consumidores por los prototipos 848 y 855), se decidió usar el prototipo 848 y un nuevo prototipo con nomenclatura 105 (85%S, 10%H y 5%Q).

Se decidió nuevamente hacer las pruebas de calidad (Tabla 25), tomando esta vez como punto de comparación una pasta elaborada únicamente con sémola de trigo.

Tabla 25 Pruebas de calidad de prototipos elegidos

PROTOTIPO	Tiempo óptimo de cocción (min)	Sedimentos (%)	Grado de absorción (g)	Grado de hinchamiento (%)	Tolerancia a la cocción (min)
100	12	5	23.13	65.21	25
105	12	10	25.19	63.63	25
848	12	9.33	26.22	67.39	26

Dadas las semejanzas en los resultados obtenidos en las pruebas de calidad que se muestran en la Tabla 25, se eligió el prototipo 105 (85%S, 10%H y 5%Q) debido a su mayor contenido de harina de huauzontle respecto al prototipo 848.



OBJETIVO PARTICULAR 4

ACTIVIDAD 4.1: Análisis químico proximal al prototipo elegido

Tabla 26 Comparativo de análisis químico entre prototipo elegido y pasta comercial

	Humedad	Proteínas	Fibra	Cenizas	Lípidos
Prototipo	6.81 ±0.007	14.32 ±0.72	2.11 ±0.09	2.79 ±0.007	1.12±0.065
Comercial	8.81	12	3	0.126	1.8

Determinar el contenido de humedad en los alimentos es un factor importante ya que cuando hay una concentración alta de agua en los alimentos, 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.

De acuerdo a la humedad de mezcla de harinas el resultado (Tabla 26) obtenido es el esperado ya que la pasta pasó por un proceso de secado a condiciones de 75°C durante 3 horas y la humedad en la pasta disminuye considerablemente, lo cual ayuda a prolongar la vida de anaquel del producto final

El resultado obtenido (Tabla 26) cumple con el objetivo de superar el porcentaje de proteínas de las pastas comerciales el cual se encuentra en 12% teniendo así una pasta para sopa tipo tallarín con alto contenido proteico el cual se encuentra en 14%.

El porcentaje de fibra se esperaba más alto ya que la materia prima en estudio (huauzontle) tiene un gran contenido de fibra, pero debido a la proporción de la mezcla de harinas el porcentaje obtenido en el producto final es aceptable ya que la harina que se encuentra en mayor cantidad es la sémola de trigo la cual tiene bajo contenido de fibra.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

ACTIVIDAD 4.2: Análisis microbiológico al prototipo elegido.

Tabla 27 Análisis microbiológico al prototipo elegido

MICROORGANISMO	REPORTE
Bacterias mesófilas aerobia Límite máximo 10 000 UFC/g NOM-247-SSA1-2008	5500 UFC/g de bacterias aerobias en placa en Agar cuenta estándar, incubadas 24 h a 35°C
coliformes totales Límite máximo <30 UFC/g NOM-113-SSA1-1994	AUSENTE
hongos y levaduras Límite máximo 300 UFC/g NMX-F-255-1978	2X10 ² UFC/g de alimento de mohos y levaduras en Agar papa dextrosa acidificada, incubada a 35°C durante 3 días

De acuerdo a los reportes microbiológicos que se muestran en la Tabla 27, se detectó contenido de mesófilos que indica las bacterias presentes en el ambiente y posiblemente a que el equipo utilizado para el moldeado de la pasta no era de acero inoxidable. Teniendo en cuenta las características del equipo se tomaron las siguientes medidas: limpieza y desinfección de área de trabajo y utensilios utilizados, uso de guantes, cubre bocas y cofia, puertas y ventanas se mantuvieron cerradas durante la producción de la pasta. Cabe señalar que no hubo presencia de coliformes, siendo estos los principales microorganismos que son considerados patógenos.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Se observó presencia de hongos los cuales se encuentran dentro del rango permitido por la norma (NMX-F-255-1978), debido a la presencia de estos microorganismos se utilizó un conservador (propionato de sodio) para prolongar su tiempo de vida en anaquel.

OBJETIVO PARTICULAR 5

ACTIVIDAD 5.1: Comparación sensorial del prototipo elegido con una pasta comercial, mediante una prueba de preferencia.



Figura 34 Comparación sensorial de prototipo elegido vs pasta comercial

La comparación de la pasta elaborada con mezcla de harinas (berlandieri) contra una comercial (barilla) fue para saber la preferencia de los consumidores y la posible aceptación o rechazo de la pasta en el mercado actual.

Las pastas no cocinadas o crudas deben presentar color amarillo traslúcido y uniforme los pigmentos son responsables del color de las pastas. El consumidor está acostumbrado a que las pastas que consume presenten el color amarillo y de ahí su importancia de que el consumidor rechazó las pasta a base de la mezcla de harinas presentado una aceptación del 40% contra el 60% de aceptación hacia la barilla (Figura 34), ya que la pasta berlandieri presenta un color verde militar por lo que dudaban en el momento de la degustación.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Otro aspecto fundamental fue el olor ya que éste era muy fuerte característico del huauzontle mostrando cierto rechazo debido a que el consumidor no está acostumbrado a ese tipo de olor en las pastas alimenticias que encuentra en el mercado actual.

En general la pasta realizada con mezcla de harinas tiene un alto porcentaje de aceptación 40% (Figura 34) por personas que consumen huauzontle frecuentemente y que a su vez están interesadas en la innovación de productos alimenticios y que aporten beneficios a la salud. Con este estudio se observó que de ser lanzado el producto al mercado tiene amplias posibilidades de demanda en el mercado.



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

OBJETIVO PARTICULAR 6

ACTIVIDAD 6.1: Elaboración del envase. NMX-F-023-S-1980.



Figura 35 Envase y etiqueta de pasta Berlandieri



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Se seleccionaron dos envases el primario fue una caja (Figura 35) debido a la cantidad de clorofila contenida en la pasta este envase primario permite que el producto mantenga el color característico de la materia prima (huauzontle) por más tiempo.

El secundario una bolsa de propileno, es una película fina, transparente, flexible, resistente y fácil de cortar. Al ser casi impermeable tanto al aire como al agua, es un termoplástico por lo cual puede fundirse o sellarse con calor lo hace útil como material para envolver alimentos, a los que protege también de las bacterias.

ACTIVIDAD 6.2: Diseño de la etiqueta, NOM-050-SCFI/SSA1-2015.

Etiqueta:

Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al producto, a su envase o, cuando no sea posible por las características del producto o su envase, al embalaje (NOM-050-SCFI/SSA1-2015).

La etiqueta del producto cuenta con la siguiente información comercial obligatoria (Fig. 35):

- a) Nombre o denominación genérica del producto. Se usó el nombre común del tipo de corte que presenta la pasta.
- b) Indicación de cantidad conforme al contenido o número de piezas de un producto. Esta se eligió por el contenido que presentaban las pastas de la competencia, encontradas actualmente en el mercado.
- c) Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal. En este caso se eligió el nombre “Berlandieri” por el nombre científico de nuestro principal ingrediente, el huauzontle.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- d) La leyenda que identifique al país de origen del producto. El producto es totalmente elaborado con productos mexicanos, por lo que la etiqueta cuenta con la leyenda “Hecho en México”.
- e) Cuando el uso, manejo o conservación del producto requiera de instrucciones, debe presentarse esa información. En la etiqueta se describen las instrucciones para la perfecta cocción de la pasta.
- f) La fecha de caducidad o de consumo preferente, se encuentran indicadas en la parte superior del envase, como en la mayoría de los productos comerciales.
- g) Lista de ingredientes se encuentra en un costado del envase.
- h) Identificación del lote, indicado de forma indeleble en clave o en lenguaje claro, que permita identificar la fábrica productora y el lote.
- i) Instrucciones para la conservación, ya que la pasta pierde su coloración al exponerse a la luz.
- j) Etiquetado nutricional: La información nutricional que se indica en la etiqueta contiene los siguientes datos: el número de gramos de proteínas, fibra y minerales, por 100 g del alimento consumido.
- k) Cálculo de energía

La cantidad de energía se calculó utilizando los siguientes factores de conversión (Codex Alimentarius, 2007).

72.88g de Carbohidratos *4 kcal/g = 291.52 kcal

14.32 g de Proteína * 4 kcal/g = 57.28 kcal

Total= 348.8 kcal \approx 349 kcal



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

ACTIVIDAD 6.3: Determinación del costo del producto

Ya que no se contó con el equipo necesario para determinar el consumo de insumos, como lo son la electricidad, agua y gas. Solo se tomaron en cuenta el costo de los productos de la competencia que oscila entre \$70-\$100 por 200g, y el costo de la materia prima para producir 100g netos de pasta.

Se calculó el costo unitario para producir 100g de pasta (Tabla 28), a partir del precio por kg de cada ingrediente y la cantidad empleada para la fabricación de esta.

Tabla 28 Costo unitario para producir 100g de pasta

Ingrediente	Precio por Kg o L de ingrediente \$	Cantidad de ingrediente empleada G	Costo del ingrediente para producir 100g netos \$
Harina de huauzontle	570	18	10.26
Harina de quinoa	400	5.88	2.352
Sémola de trigo	28	96	2.688
Huevo liquido	42	12	0.504
Sal	17	0.12	0.00204
Agua	6	68	0.408
		Total	\$16.21

El costo para producir 100g netos de pasta es de \$16.21, por lo cual consideramos un precio al público de \$ 45. Cabe mencionar que dentro del precio de \$45 se toman en consideración el costo del empaque, mano de obra y el consumo de insumos. Teniendo como resultado un



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

producto poco accesible para ciertos nichos de mercado. Aun así, el producto en comparación con las marcas comerciales presenta un precio más accesible, además de un incremento en los nutrientes al utilizar el huauzontle como materia prima.

OBJETIVO PARTICULAR 7

ACTIVIDAD 7.1: Estimación de la vida útil en condiciones aceleradas de almacenamiento (45°, 50° y 55C°) y 75%HR.

ACTIVIDAD 7.2: Realizar pruebas físicas y fisicoquímicas a la pasta, durante:

*2 meses cada 10 días (50 y 55 ° C)

*4 meses cada 20 días (45 ° C)

Físicas y fisicoquímicas

○ **Humedad**

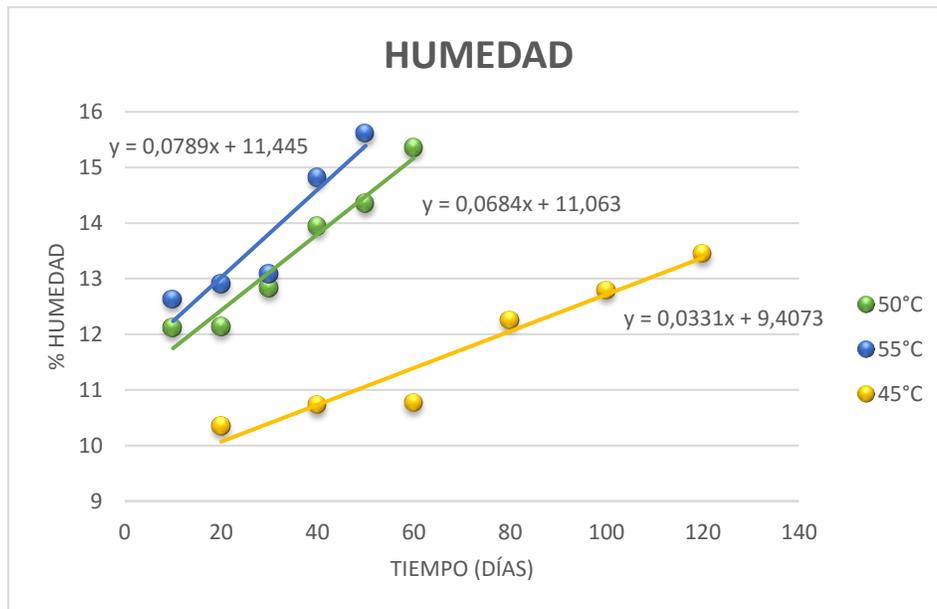


Figura 36 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de humedad



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

En la Figura 36 se observa que conforme pasa el tiempo la humedad incrementa esto se atribuye a la humedad relativa, también se puede apreciar que entre más alta es la temperatura este incremento de humedad es mayor en un tiempo más corto.

○ **Aw**

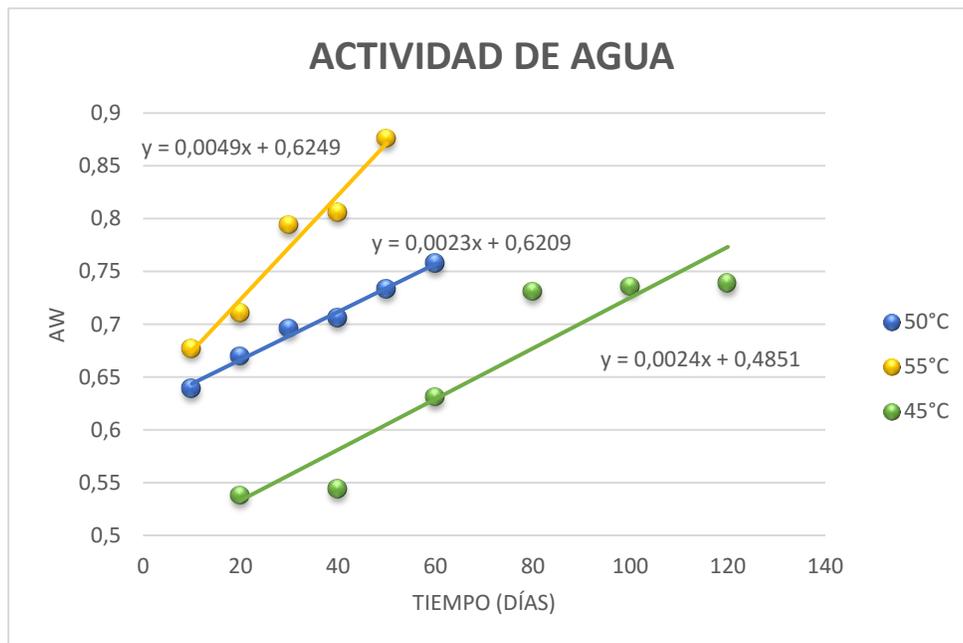


Figura 37 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de Aw

En la Figura 37 se muestra el incremento de aw con respecto a la temperatura y tiempo de almacenamiento.

Forsythe (2000), menciona que si la temperatura de almacenamiento de un alimento, a un contenido de humedad constante y un empaque sellado, incrementa; la aw del alimento también incrementa, esto ocurre solo si el empaque utilizado no es la adecuada y sea permeable al vapor de agua. El plástico utilizado en el empaque de alimentos tiene como factor limitante su permeabilidad al vapor de agua, gases y luz. Por factores económicos y falta de recursos en este estudio se utilizaron bolsas de celofán, los cuales no estuvieron



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

herméticamente selladas, esto permitió la migración de humedad de la cámara climática hacia el alimento.

○ **Absorción**

Tabla 29 Resultados de absorción de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas

ABSORCIÓN			
TIEMPO (DÍAS)	CODICIONES DE VIDA ÚTIL		
	50°C 75%HR	55°C 75%HR	45°C 75%HR
10	15.8	14.95	-
20	15.14	14.2	18.32
30	14.31	13.6	-
40	14.19	13.24	16.13
50	14	13.1	-
60	13.24	-	15.27
80	-	-	15.1
100	-	-	14.73
120	-	-	11.83

Como se muestra en la Tabla 29 la ganancia de peso estuvo dentro de lo esperado, los aumentos de volumen fueron relativamente bajos, conforme transcurría el tiempo dentro de la cámara la absorción en la pasta disminuía, esto debido a que absorbe agua durante el tiempo almacenado dadas las condiciones permeables del empaque. Por lo tanto, al momento de cocerla su capacidad de absorción es menor. La Tabla 30 muestra que la temperatura es el factor que más influye en la absorción de la pasta.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 30 Resultados estadísticos del experimento absorción, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura)

	Estimado	Error. Std	T	Pr (> t)
Intercepción	31.9402883	4.2583577	7.501	4.5e-06***
TIEMPO	-0.0144548	0.0904251	-0.160	0.87545
TEMPERATURA	-0.3063045	0.0859537	-3.564	0.00347**
Tiempo: Temperatura	-0.0006835	0.0019343	-0.353	0.72950

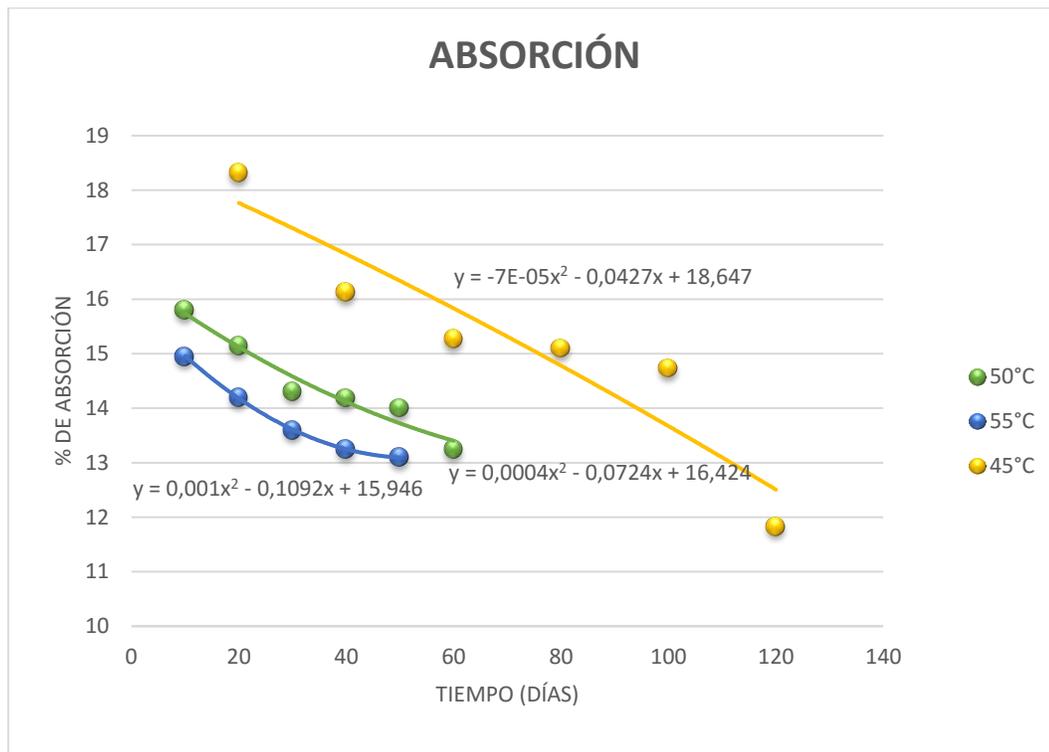


Figura 38 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de absorción

Acosta (2007) menciona que los valores de la capacidad de absorción de agua dependen de las características de las sémolas: como humedad inicial, la temperatura, cantidad de proteínas. También menciona que los componentes químicos como las proteínas y carbohidratos pueden influir en la capacidad de absorción de agua. Si se toman en cuenta las interacciones entre la proteína, el agua y el porcentaje de almidón, puede existir una retención



DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO

física de agua. Así mismo, a mayor porcentaje de estos componentes, mayor retención de humedad.

Así que dadas las condiciones de temperatura y humedad a las que se encontraba la pasta dentro de la cámara climática, además que dentro de su formulación existe un mayor porcentaje de sémola, se puede observar claramente en la Figura 38 que este porcentaje de absorción es menor debido a que la pasta absorbía agua durante su almacenamiento, teniendo menor cantidad de agua que pudiese absorber durante la prueba.

○ **Sedimentación**

Tabla 31 Resultados de % de sedimentos de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas

SEDIMENTACIÓN			
TIEMPO (DÍAS)	CODICIONES DE VIDA ÚTIL		
	50°C 75%HR	55°C 75%HR	45°C 75%HR
10	1.93	1.16	-
20	1.33	0.93	1.83
30	1.26	0.83	-
40	1.06	0.6	1.49
50	0.99	0.59	-
60	0.66	-	1.26
80	-	-	1.16
100	-	-	1.16
120	-	-	1

El porcentaje de sedimentación también fue disminuyendo conforme se incrementó el tiempo dentro de la cámara de condiciones aceleradas como se muestra en la Tabla 31, lo cual probablemente origina la formación de una red proteica permanente alrededor de los gránulos de almidón y al calentar el gluten hidratado se forman enlaces proteicos que cuando se controlan adecuadamente estabilizan la estructura y la textura de la pasta cocida, además de retener los almidones. De esta forma se evitó que los gránulos de almidón pasaran al agua de



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

cocción y al mismo tiempo que se mejorara la firmeza y consistencia durante la masticación de la pasta. Dicho factor se comprueba mediante el resultado del diseño estadístico mostrado en la Tabla 32.

Tabla 32 Resultados estadísticos del experimento sedimentación, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura)

	Estimado	Error Std	T	Pr (> t)
Intercepción	5.374e+00	6.211e+00	0.865	0.40388
TEMPERATURA	-4.789e-02	2.483e-01	-0.193	0.85026
TIEMPO (DIAS)	-2.633e-02	3.516e-03	-7.487	7.36e-06***
Te2	-4.206e-04	2.47e-03	-0.170	0.86787
Ti2	1.305e-04	2.781e-05	4.693	0.00052***

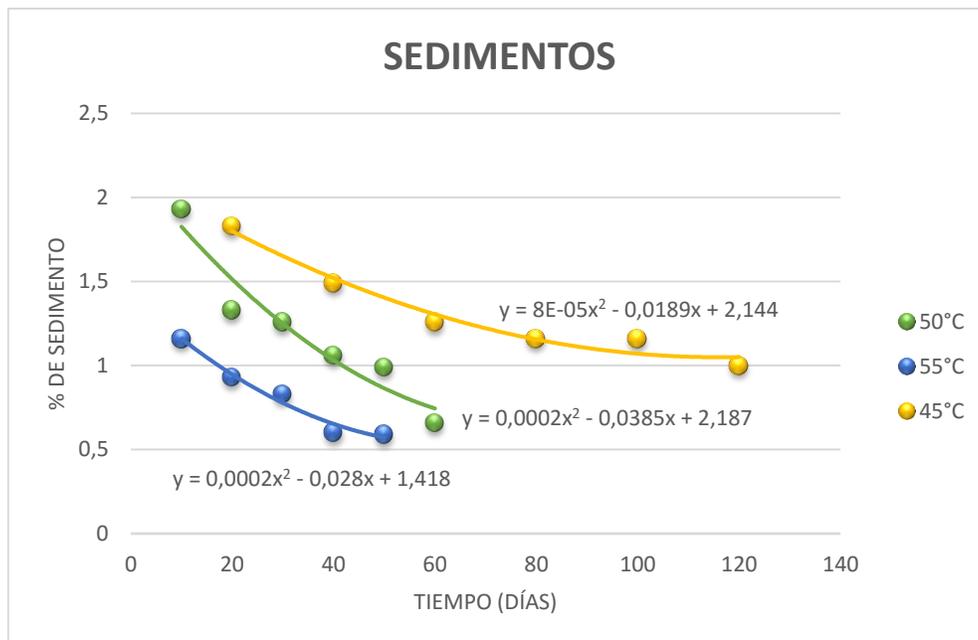


Figura 39 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de sedimentos



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

○ **Hinchamiento**

Tabla 33 Resultados de % de hinchamiento de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas

HINCHAMIENTO			
TIEMPO (DÍAS)	CODICIONES DE VIDA ÚTIL		
	50°C 75%HR	55°C 75%HR	45°C 75%HR
10	68	68.18	-
20	67.39	66.66	69.56
30	66.66	64.44	-
40	63.63	63.63	67.39
50	63.63	63.63	-
60	62.79	-	66.66
80	-	-	64.44
100	-	-	64.28
120	-	-	63.63

Según Acosta (2007) una pasta debe hincharse el doble de su volumen a los 10 minutos de ser hervidos con agua y mantener su forma y firmeza sin ponerse pastoso ni desintegrarse. A lo largo de su almacenamiento dentro de la cámara en condiciones aceleradas de almacenamiento, ninguna de las muestras presento estos defectos. Además, debido a que los gránulos de almidón se hinchan más cuando se calientan en medio acuoso y a cierta temperatura, el hinchamiento llega a ser irreversible. Dicho hinchamiento posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada mejor, además de mantener la forma de las piezas y es por esto que conforme avanzaba la vida útil en la cámara de condiciones aceleradas este porcentaje se redujo al realizar la prueba (Tabla 33).



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 34 Resultados estadísticos del experimento hinchamiento, ajustados en un modelo de primer orden con factores (tiempo y temperatura)

	Estimado	Error Std	T	Pr (> t)
Intercepción	2.118e+02	3.272e+01	6.474	3.05e-05***
TEMPERATURA	-5.325+00	1.308e+00	-4.072	0.001549**
TIEMPO (DIAS)	-1.567e-01	1.852e-02	-8.457	2.12e-06***
Te2	4.968e-02	1.302e-02	3.817	0.002453**
Ti2	6.815e-04	1.465e-04	4.652	0.000558***

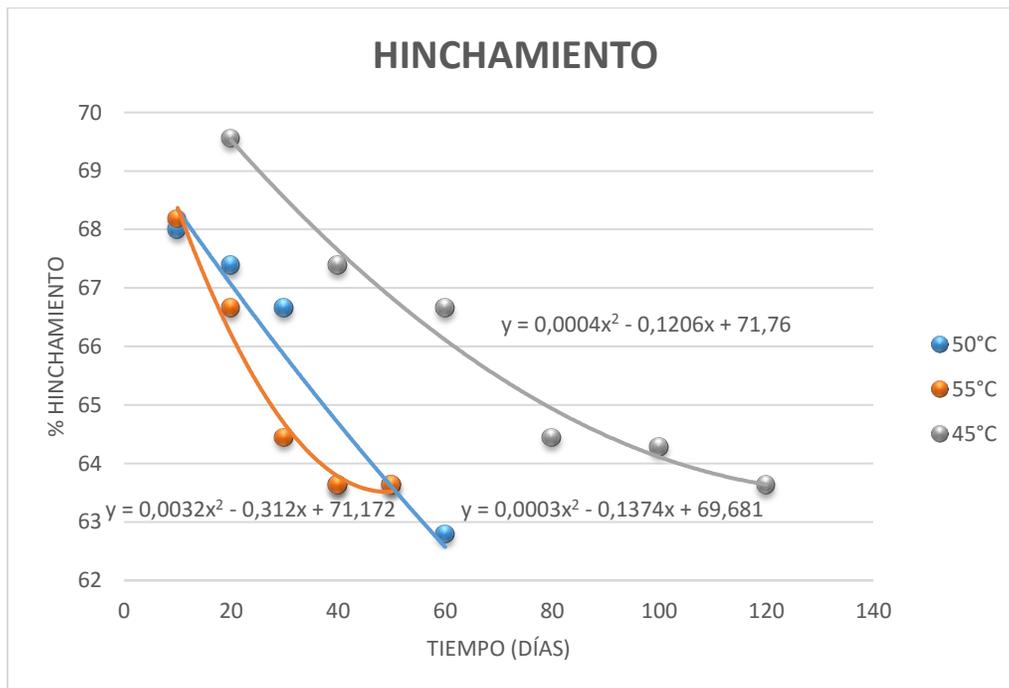


Figura 40 Tiempo (días de almacenamiento) vs % de hinchamiento



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Ya que las pruebas de sedimentos, absorción e hinchamiento no cuentan con un valor crítico que pueda sustituirse dentro de la ecuación de Arrhenius, estas pruebas funcionaron como monitoreo de las pruebas con valores críticos de humedad y actividad de agua, comprobando con ellas el daño que sufre la pasta al someterse a este tipo de experimentos de condiciones aceleradas.

○ **Gelatinización**

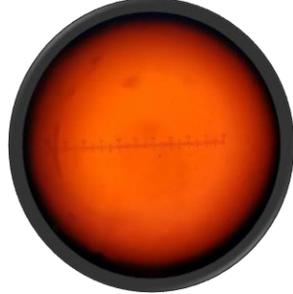
Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero se hincha cuando se calienta en medio acuoso. Inicialmente el hinchamiento es reversible y las propiedades ópticas del gránulo no se pierden; sin embargo, cuando se alcanza una cierta temperatura el hinchamiento llega a ser irreversible y la estructura del gránulo se altera significativamente. Este proceso es conocido como gelatinización y la temperatura a la cual ocurre este fenómeno se le conoce como temperatura de gelatinización (Acosta, 2007).

Cuando el gránulo alcanza esta temperatura éste pierde birrefringencia, la amilosa se difunde hacia fuera del gránulo y la amilopectina queda dentro del mismo, hasta que finalmente el gránulo pierde su estructura. La amilosa fuera de gránulo forma una malla tridimensional y produce un gel. En general, la solubilización de las moléculas de almidón, el hinchamiento e hidratación y la pérdida de la estructura granular son definidos por el término gelatinización (Acosta, 2007).



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

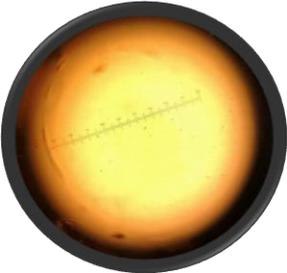
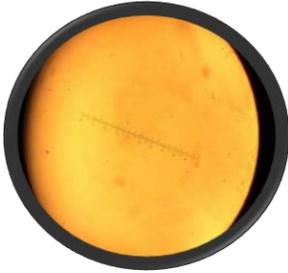
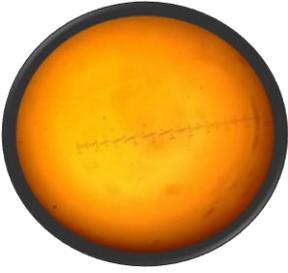
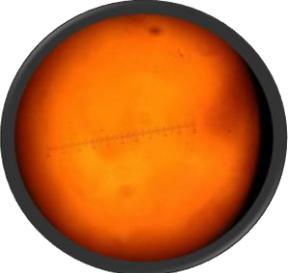
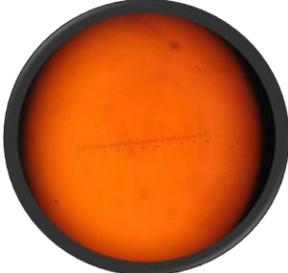
Tabla 35 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 50°C Y 75%H

VIDA UTIL (2 Meses) 75 % HR Y 50°C		
Tiempo 1 	Tiempo 2 	Tiempo 3 
Tiempo 4 	Tiempo 5 	



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

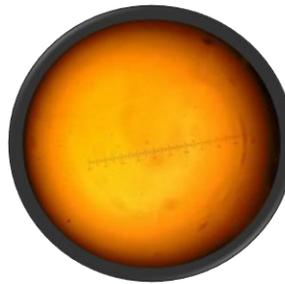
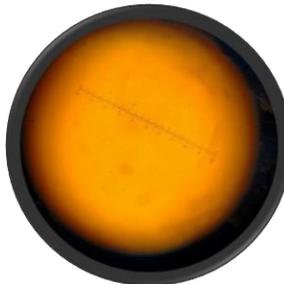
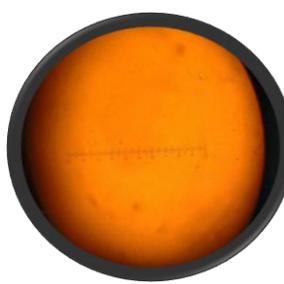
Tabla 36 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 55°C Y 75%H

VIDA UTIL (2 Meses) 75 % HR Y 55°C		
Tiempo 1 	Tiempo 2 	Tiempo 3 
Tiempo 4 	Tiempo 5 	



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 37 Resultados de grado de gelatinización de la estimación de vida útil bajo condiciones de 45°C Y 75%HR

VIDA UTIL (4 Meses) 75 % HR Y 45°C		
Tiempo 1 	Tiempo 2 	Tiempo 3 
Tiempo 4 	Tiempo 5 	Tiempo 6 

En las Tablas 35,36 y 37 se muestra la microscopia de la pasta a diferentes tiempos, se puede observar claramente que conforme transcurría el tiempo, la pasta cambiaba de color pasando de amarillo a rojo. Estos cambios son más notorios en las Tablas 35 y 36 que corresponden a una mayor temperatura dentro de la cámara.

A medida que se incrementa la temperatura, se retiene más agua y el granulo empieza a hincharse y aumentar de volumen.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Texturales

○ Dureza

En la Tabla 38 se observa que conforme pasa el tiempo y se aumenta la temperatura, la fuerza requerida para romper la pasta es mayor, debido al aumento de la cohesividad de la pasta.

Tabla 38 Tabla de resultados de dureza a diferentes condiciones de almacenamiento.

Tiempo	Dureza a 45°C (Pa)	Dureza a 50°C (Pa)	Dureza a 55°C (Pa)
1	9863.8089	10048.4869	10144.1868
2	10039.0161	10178.1138	10345.0242
3	10059.8023	10238.3193	10800.9477
4	10139.3585	10256.5201	102178.3773
5	10167.6506	10310.3611	103769.7046
6	10275.9295	10372.1460	

Las altas temperaturas y un prolongado tiempo en la cámara de aceleración de vida útil repercuten en el producto, dando como resultado una apariencia pegajosa y decolorada de la pasta, con fácil ruptura, sabor insípido, textura suave y superficie al tacto viscosa.

Microbiológicas

○ Hongos y levaduras: NMX-F-255-1978.

Se llevaron a cabo únicamente dos determinaciones (al inicio y final), debido a que se trataba de un mismo lote. En ninguna de las 5 diluciones se muestra (Figura 41) presencia de hongos y levaduras.



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**



Figura 41 Pruebas microbiológicas en estimación de vida útil

Tabla 39 Resultados microbiológicos de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas de la pasta a base de mezcla de harinas

LÍMITE MÁXIMO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DURANTE VIDA ÚTIL	REPORTE
300 UFC/g NMX-F-255- 1978	10 Días a 50°C y 75% HR	AUSENTE
	120 Días a 45°C y 75% HR	AUSENTE

Al realizar pruebas microbiológicas, mohos y levaduras (NMX-F-255-1978) al producto, no hubo presencia de estos microorganismos (Tabla 39) lo cual indica que el conservador funciono adecuadamente.



ACTIVIDAD 7.3 Análisis estadístico para la estimación de vida útil

HUMEDAD

Para estimar el tiempo en días de la vida útil de la pasta se utilizó la ecuación de Arrhenius, en la Tabla 40 se muestran las constantes k obtenidos de la estimación de vida útil bajo condiciones aceleradas bajo las temperaturas de almacenamiento de 50, 55 y 45°C y humedad relativa constante de 75% (Figura 38).

Tabla 40 Constantes de Arrhenius según las temperaturas.

k	Temperatura
0.0789	55
0.0684	50
0.0331	45

Para obtener los valores a sustituir en la ecuación de Arrhenius, se realizó una prueba estadística, con los resultados obtenidos en la Tabla 41.

Tabla 41 Resultados estadísticos.

Coefficientes	Estimado	Error estándar	T	Pr(> t)
Intercepción	25.29	10.63	2.380	0.253
Inverso de la temperatura	-9099.43	3432.99	-2.651	0.230

Empleando la siguiente ecuación se obtiene la constante k estimada:

$$k = e^{\text{intercept} + \text{inverso de la temperatura} * \frac{1}{\text{temperatura deseada}}}$$



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Con el valor crítico de humedad en la pasta que es del 14% se calculan los días de vida útil a 25°C

$$Tiempo = \frac{valor\ crítico - vlor\ experimental}{k}$$

La estimación de vida útil para el parámetro de humedad es de 566.037 días

ACTIVIDAD DE AGUA

Para la estimación de vida útil para la actividad de agua se realizó de la misma forma que con la humedad ya que se cuentan con valores críticos los cuales son indispensables para la utilización de este método.

Tabla 42 Constantes de Arrhenius según las temperaturas

K	Temperatura
0.0049	55
0.0023	50
0.0024	45

Los resultados estadísticos se muestran en la Tabla 43 para obtener los valores a sustituir en la ecuación de Arrhenius

Tabla 43 Resultados estadísticos

Coefficientes	Estimado	Error estándar	T	Pr(> t)
Intercepción	17.12	15.11	1.133	0.460
Inverso de la temperatura	-7408.18	4881.53	-1.518	0.371



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Realizando la sustitución de los términos se obtiene una estimación de vida útil para actividad de agua de 681.81 días.

Tomando en cuenta los dos resultados obtenidos para el máximo tiempo de vida de anaquel en condiciones de temperatura ambiente de 25°C se toma el tiempo más bajo quedando una vida útil de 566.03 días.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

CONCLUSIONES



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Mediante el estudio de mercado se comprobó que el huauzontle no es frecuentemente consumido en la dieta de los mexicanos, a pesar de ello muestran interés por el consumo de este pseudocereal en una presentación distinta que se podría encontrar en cualquier estación del año. Además, el público al cual está dirigido, es aquel que se preocupa por los beneficios a la salud que les produce el alimento y no por el costo de estos.

Los resultados obtenidos en el análisis químico de las harinas empleadas en la elaboración de la pasta, muestran un elevado porcentaje en el contenido de proteínas de la harina de huauzontle y quinoa, lo cual resulta viable garantizar un mayor contenido de fibra y proteína en el producto terminado.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada con la primera prueba para la formulación de prototipos, se obtuvo que el sabor a huauzontle era muy intenso, a tal punto que desagradaba a los panelistas. Tomando esto en cuenta se efectuó un experimento de mezclas, arrojando 5 mezclas diferentes para la elaboración de los prototipos.

Debido a que el ingrediente de principal interés para este estudio era la harina de huauzontle, y a la ligera preferencia sensorial de los jueces por el prototipo 855 (85%S, 5%H y 10%Q) se decidió invertir en la formulación el porcentaje de las harinas de huauzontle y quinoa, codificado como 105 (85%S, 10%H y 5%Q).

En el análisis químico proximal de la pasta funcional en comparación con una pasta comercial, mostró un mayor contenido de proteína, aunque no de fibra; debido a que en las mezclas de harinas empleadas para la formulación del prototipo la de mayor proporción es la sémola de trigo y su contenido en fibra es bajo.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

El análisis microbiológico no mostró crecimiento coliformes, la pasta no se considera un alimento peligroso para el consumidor. Se decidió utilizar un conservador anti fúngico (propionato de sodio) para prolongar su tiempo de vida de anaquel.

Al comparar sensorialmente la pasta comercial (barilla 60%) con la pasta de la mezcla de harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo (berlandieri 40%), se notó cierta preferencia por la pasta comercial; lo que no descarta el interés de los consumidores por la innovación de productos alimenticios.

El envase seleccionado fue una caja de cartón, que contuviera a la pasta fresca y seca dentro de una bolsa de celofán transparente. El diseño ecológico del empaque y la etiqueta también son la tendencia en el mercado actual. En cuanto al costo de \$45 del producto es una opción viable tomando en cuenta que productos similares en el mercado cuentan el doble.

Por último, el resultado obtenido para el máximo tiempo de vida de anaquel en condiciones de temperatura ambiente de 25°C es de 566.03 días.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

RECOMENDACIONES



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Para tener un mejor rendimiento del huauzontle en la obtención de harina, es necesario contar con un equipo que permita el secado de este pseudocereal de una manera más rápida y eficiente. Además de contar con un equipo que sea capaz de realizar una molienda y un tamizado más fino que reduzca la pérdida de esta materia prima

Es recomendable hacer uso de otros ingredientes adicionales y aditivos para mejorar las características organolépticas de la pasta, principalmente el aroma de la pasta una vez cocida y almacenada.

Para la reducción del costo neto de la pasta, podría ser viable la fabricación de la harina de quinoa, ya que al ser un producto importado su costo es elevado.

En el caso de las pruebas físicas es necesario que se continúe con el experimento, para que en un futuro se tengan valores críticos de las pruebas de hinchamiento, sedimentos y absorción; que puedan ser referencias para futuras investigaciones de pastas enriquecidas con sustituciones parciales de harina. Además de probar nuevas condiciones de almacenamiento acelerado, que permitan reducir el tiempo en la cámara climática.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

BIBLIOGRAFÍA



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- Acosta K. (2007) “Elaboración de una pasta alimentaria a partir de sémolas de diferentes variedades de cebada”. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo.
- Agrobanco (2012) “Especial del cultivo de quinua”. Revista Técnica Agropecuaria 7. Diciembre.
- Allende L. (2014) “Estudio de radiosensibilidad de pseudocereales mediante marcadores moleculares y microscopia electrónica” Universidad Autónoma del estado de México. Facultad de Ciencias. Toluca, estado de México.
- Asad M., Ramirez M., Tecante A. & Chaires L. (2014) “Caracterización Reológica, Térmica, Funcional Y Físicoquímica Del Almidón De Semillas De Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*)”. Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. D.F. México.
- ASERCA (2003) “Claridades agropecuarias: la cebada en la agricultura nacional”. Revista 13
- Aztaíza M., Elizalde A., Ruíz L. (2010) “Elaboracion de pastas alimenticias enriquecidas a apartir de harina de quinoa (*Chenopodiu quinoa wild*) y zanahoria (*Daucus carota*)”. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Volumen 8. Popayán, Colombia.
- Bustos Z., Acosta A., Román D. (2007) “Evaluación de la calidad culinaria y durante su cocimiento de una pasta elaborada a partir de sémola de cebada y trigo”. IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de alimentos. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Catania C., Avagnina S. (2007) “El análisis sensorial”. Curso superior de degustación de vinos.
- Codex Alimentarius. (2007) “Etiquetado de los alimentos”. Quinta edición. Organización Mundial de la Salud. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Roma, Italia.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- Codex Standard 178-1991. Norma Del Codex Para La Sémola Y La Harina De Trigo Duro.
- Comisión Del Codex Alimentarius. (2002). Programa Conjunto Fao/Oms Sobre Normas Alimentarias, Comité Del Codex Sobre Aditivos Alimentarios Y Contaminantes De Los Alimentos, 34ª reunión Rotterdam, Países Bajos.
- Cortazar L., Rocandio M., Mazariego M. (2014) “Manual de operación para el penetrómetro”. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- Cuzco J. (2014) “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por achogcha (*cyclnthera pedata*) en la elaboración de pasta tipo tallarín con mejor aporte nutricional”. Título de ingeniera en alimentos. Universidad técnica de Ambato Facultad de ciencias e ingeniería en alimentos. Ecuador.
- De la Cruz E., López A. X., García J.M., Germán I.V. y Germán G.V. (2001) “Aplicación de técnicas moleculares en el estudio de huauzontle, cultivo prehispánico alternativo para zonas agrícolas”. El INN hoy. Centro nuclear de México.
- De la Espriella, I., “Determinación de la vida útil de spaghetti y fideos doria (elaborados en barranquilla) bajo condiciones aceleradas). Universidad de la Salle Facultad de ingeniería. Bogotá, Colombia
- Espinosa J. (2007) “Evaluación Sensorial de los Alimentos”. Ministerio de Educación Superior. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
- FAO (2011) “La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial” Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Flores S. (1985) “Normalización de métodos para evaluación de cocción de pasta larga (spaghetti)”. Tesis profesional para obtener el título de ingeniero en alimentos. Universidad Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli. México
- Forsythe, S. 2000. Alimentos seguros: microbiología. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 400p.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- García C., Chacón G., Molina M. (2011) “Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura”. San José, Costa Rica. ISSN: 1409-2441.
- García L. (2013) “Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional del almidón de semilla de huauzontle (*Chenopodium berlandieri* Moq.)”. Tesis profesional para obtener el grado de maestría tecnológica en agroindustria. Colegio de postgraduados Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Campus Córdoba. Córdoba Veracruz.
- Guy R. (2001) “Extrusión de los alimentos”. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Hernández E. (2005) “Evaluación Sensorial”. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Horwitz, W. (1998) “Official methods of Analysis of AOAC International”, 18th edition, AOAC International, Maryland, USA.
- Less R. (1979) “Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad” 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Muro J. (2013) “Quinua: Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva”. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
- NMX-F-023-S-1980. Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos. Foodstuff-determination of ether extract (soxhlet). Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-255-1978. Método de conteo de hongos y levaduras en Alimentos. Method of test for count of fungi and yeast in food. Normas mexicanas. Dirección general de normas.



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
- Ochoa F. (1997) “Pastas Alimenticias”. Dirección General de Promoción “A” de la Secretaría de Economía.
- Park, S.H., Maeda, T., Morita, N. (2005) “Effect of whole quinoa flours and lipase on the chemical, rheological and breadmaking characteristics of wheat flour”. J. Appl. Glycosci.
- Pérez 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.
- PROFECO. “Pruebas de calidad, pastas para sopas. Lo que encontramos en las sopas”. ISSN 0188-2708.
- Ramírez J. (2012) “Análisis Sensorial: Pruebas orientadas al consumidor”. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Alimentos.Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- SAGARPA (2013) “Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación”. México <http://www.siap.gob.mx/huauzontle/> .Consultada el día 4 de agosto de 2015.
- Santos V.L. (2006) “Evaluación de las características químicas, reologicas y sensoriales de tallarines fortificados con derivados de (lupinus mutabilis)”. Tesis profesional de



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Tenancingo De Bravo Hidalgo.

- Serma S.S.R. (2001) “Química, almacenamiento e industrialización de los cereales”. AGT Editor. México, D.F.
- Serna S.S.R.O. (2003) “Manufactura y Control de Calidad de Productos Basados en Cereales”. Primera edición. Editorial AGT. D.F., México.
- SIAP (2013) “Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera”. Mexico. <http://www.cmgs.gob.mx:8080/mapasdinamicos/>. Consultado el día 4 de agosto de 2015.
- UAEM (2008) “Contenido proteínico del Huauzontle supera al amaranto”. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- USDA (2015) “United States Department of Agriculture” .Agricultural Research Service National Nutrient Database. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>. Consultado el día 3 de marzo de 2015.
- Vargas, M. (2013) “Congreso Científico de la Quinoa (Memorias)”. La Paz, Bolivia.
- 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 Médicas, Tema del mes on-line. N° 24, febrero.
- Villacrés E., Peralta E., Egas L., Mazón N. (2011) “Potencial Agroindustrial de la Quinoa”. Primera edición Boletín técnico n° 146. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.
- Wilson H., Heiser C.B. (1979) “The origin and evolutionary relationship of huauzontle (Chenopodium nuttalliae SAFFORD), domesticated chenopod of Mexico”. American Journal of Botany. Vol. 66, N°. 2 (February), pp.198-206.
- <http://www.eumed.net/librosgratis/2010b/685/CASO%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20ALIMENTICIA.htm>



*DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO*

ANEXOS



OBJETIVO PARTICULAR 3:

ACTIVIDAD 3.4: Análisis estadístico.

PRUEBAS SENSORIALES

Análisis estadístico mediante prueba de Tukey

Debido a que los resultados de las pruebas de calidad no se ajustaron a ningún modelo estadístico del diseño de mezclas, se decidió analizar estos resultados mediante una prueba de Tukey

Sabor

Tabla 44 Prueba de tukey para el sabor de los prototipos

PROTOTIPO	DIFF	LWR	UPR	P ADJ
X815-X810	-0.76	-1.5652734	0.04527336	0.0745332
X848-X810	0.24	-0.5652734	1.04527336	0.9240389
X855-X810	0.38	-0.4252734	1.18527336	0.6919808
X905-X810	-0.34	-1.1452734	0.46527336	0.7726602
X848-X815	1.00	0.1947266	1.80527336	0.0067772
X855-X815	1.14	0.3347266	1.94527336	0.0012457
X905-X815	0.42	-0.3852734	1.22527336	0.6051803
X855-X848	0.14	-0.6652734	0.94527336	0.9892150
X905-X848	-0.58	-1.3852734	0.22527336	0.2780985
X905-X855	-0.72	-1.5252734	0.08527336	0.1037483



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

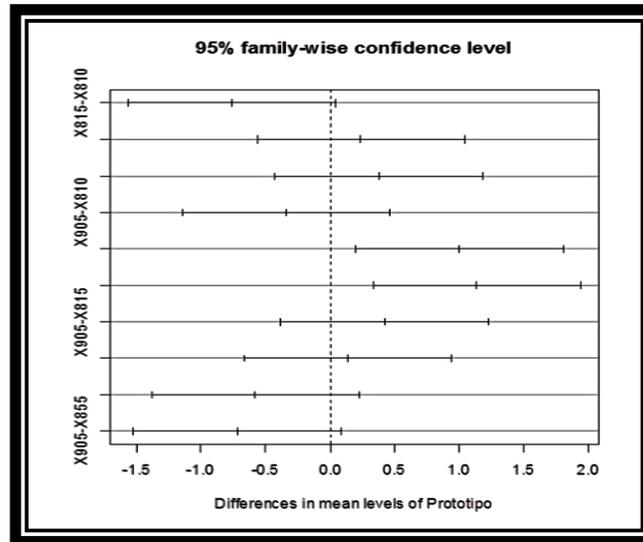


Figura 42 Diferencia de medias de sabor en prototipos

Se puede observar en la Figura 42 las diferencias de las medias de los prototipos 848 y 855 con la media del prototipo 815 y son estadísticamente significativos. Este resultado se debe a que la proporción de harina de huauzontle en mayor cantidad produce un aumento en la intensidad del sabor, provocando el rechazo de los consumidores.

Color

Tabla 45 Prueba de tukey para el color de los prototipos

ROTO TIPO	DIFF	LWR	UPR	P ADJ
X815-X810	-0.78	-1.58628713	0.02628713	0.0632254
X848-X810	0.08	-0.72628713	0.88628713	0.9987696
X855-X810	-0.24	-1.04628713	0.56628713	0.9243625
X905-X810	-0.34	-1.1452734	0.46527336	0.7726602
X848-X815	-0.46	-1.26628713	0.34628713	0.5178994
X855-X815	0.86	0.05371287	1.66628713	0.0301417
X905-X815	0.32	-0.48628713	1.12628713	0.8101358
X855-X848	-0.32	-1.12628713	0.48628713	0.8101358
X905-X848	-0.54	-1.34628713	0.26628713	0.3514265
X905-X855	-0.22	-1.02628713	0.58628713	0.9439369



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

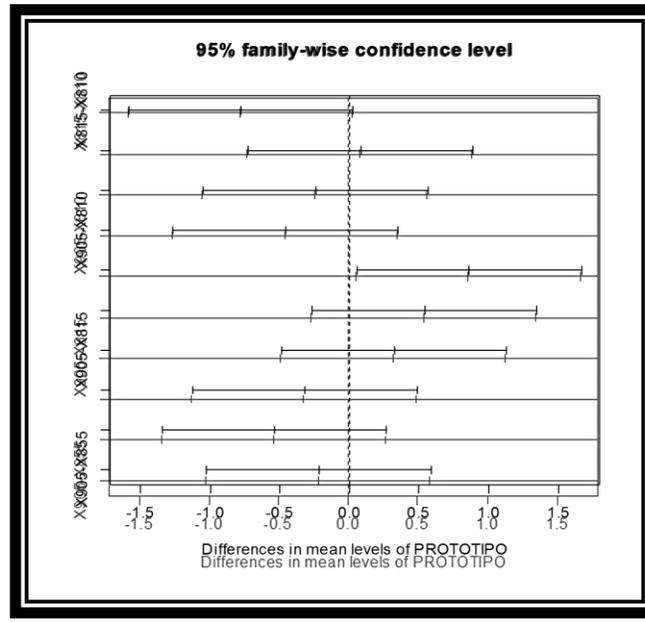


Figura 43 Diferencia de medias de color en prototipos

En la Figura 43 se muestran las diferencias de la media de los prototipos 815 y 855 con la media del prototipo 815 son estadísticamente significativos. Nuevamente el resultado se debe a la mayor concentración de harina de huauzontle provocando un color más intenso.

Textura

Tabla 46 Prueba de tukey para textura de prototipos

PROTOTIPO	DIFF	LWR	UPR	P ADJ
X815-X810	-0.26	-1.0014991	0.4814991	0.8703167
X848-X810	-0.02	-0.7614991	0.7214991	0.9999931
X855-X810	0.28	-0.4614991	1.0214991	0.8365884
X905-X810	-0.18	-0.9214991	0.5614991	0.9629365
X848-X815	0.24	-0.5014991	0.9814991	0.8999088
X855-X815	0.54	-0.2014991	1.2814991	0.2673823
X905-X815	0.08	-0.6614991	0.8214991	0.9982909
X855-X848	0.30	-0.4414991	1.0414991	0.7990473
X905-X848	-0.16	-0.9014991	0.5814991	0.9758395
X905-X855	-0.46	-1.2014991	0.2814991	0.4313753



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

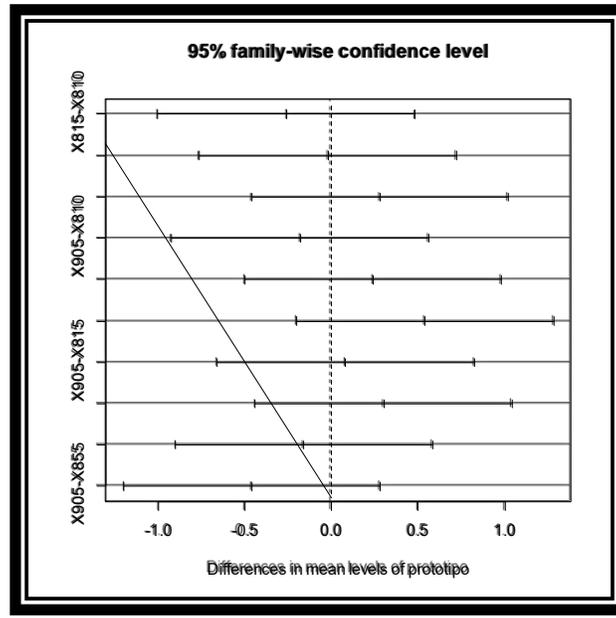


Figura 44 Diferencia de medias de textura en prototipos

PROPIEDADES FÍSICAS.

Tablas anova

Tabla 47 Variable de respuesta porcentaje de sedimentos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Valor p P (F > Fcalculada)
Prototipo	3	8.1	2.7	0.86	0.578
Residuales	2	6.3	3.1		



**DESARROLLO DE UNA PASTA FUNCIONAL PARA SOPA TIPO TALLARIN A
BASE DE HARINAS DE HUAUZONTLE, QUINOA Y SEMOLA DE TRIGO**

Tabla 48 Variable de respuesta absorción

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Valor p P (F > Fcalculada)
Prototipo	3	41.64	13.9	2.196	0.328
Residuales	2	12.64	6.32		

Tabla 49 Variable de respuesta hinchamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Valor p P (F > Fcalculada)
Prototipo	3	42.1	14.0	0.301	0.827
Residuales	2	93.2	46.6		