



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**Desarrollo de una botana horneada a base de harina de haba,
quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

Arce Rivera Paola
Rangel Pérez Lizeth

ASESORA:

M. en C. Sandra Margarita Rueda Enríquez

COASESORA:

Dra. Alma Virginia Lara Sagahón

Cuautitlán Izcalli, Estado de México

2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN



UNAM
CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO
DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

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

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

Desarrollo de una botana horneada a base de harina de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra

Que presenta la pasante: **Paola Arce Rivera**

Con número de cuenta: **309003571** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos.**

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

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Enero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Elsa Gutiérrez Cortez	
VOCAL	M. en C. Sandra Margarita Rueda Enriquez	
SECRETARIO	Dr. Enrique Martínez Manrique	
1er. SUPLENTE	Dra. María Elena Pabua Ramos	
2do. SUPLENTE	Dra. Samantha Alejandra Real Sandoval	

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

MCVB/javg/cga*



VIVERIDAD NACIONAL
AVIPYMA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN



ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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



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

Desarrollo de una botana horneada a base de harina de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra

Que presenta la pasante: **Lizeth Rangel Pérez**

Con número de cuenta: **313673236** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos.**

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Enero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Elsa Gutiérrez Cortez	
VOCAL	M. en C. Sandra Margarita Rueda Enriquez	
SECRETARIO	Dr. Enrique Martínez Manrique	
1er. SUPLENTE	Dra. María Elena Pahuá Ramos	
2do. SUPLENTE	Dra. Samantha Alejandra Real Sandoval	

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

MCVB/avg/cga*

AGRADECIMIENTOS PAOLA ARCE RIVERA

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesora, la M. en C. Sandra Margarita Rueda Enríquez, por su guía, apoyo y paciencia. Su orientación y comentarios han sido de gran ayuda para desarrollar mi investigación.

A mi mamá, Ma. Beatriz Rivera Barajas, y a mi hermano, Miguel Alejandro Arce Rivera, por su apoyo incondicional y su amor. Su presencia en mi vida ha sido un pilar fundamental para mi éxito.

A mi familia, por su apoyo y su aliento, durante todo este tiempo. Su presencia me ha ayudado a superar momentos difíciles.

Agradezco a mis amigos, por su amistad, apoyo y consejos. Su presencia en mi vida ha sido muy valiosa y una gran fuente de felicidad.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que han estado conmigo durante este camino. Su apoyo ha sido esencial para completar este trabajo y esta etapa de mi vida.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de todas estas personas. Les estoy muy agradecida.

AGRADECIMIENTOS LIZETH RANGEL PÉREZ

En primer lugar, a la máxima casa de estudios, la UNAM por darme la oportunidad de ser parte de su comunidad de alumnos y formarme académica y culturalmente.

La Facultad de Estudios superiores Cuautitlán por abrirme sus puertas, donde conocí profesores, compañeros y amigos cuyos recuerdos llevare siempre conmigo.

A mi asesora la Maestra Sandra Rueda Enríquez por permitirme trabajar a su lado y compartirme sus conocimientos, guiarme y apoyarme en todos los momentos, y sobre todo por la calidad de ser humano que es.

A mi mamá María Teresa Pérez Valdez y mi papá Armando Rangel Rodríguez quienes son los pilares de mi vida y siempre creyeron en mí, me apoyaron en todos los aspectos, en cada decisión y proyecto emprendido, gracias a ellos pude llegar hasta aquí. Los amo.

A mi hermana Leslie Rangel Pérez por su apoyo incondicional, consejos, comprensión e invaluable amistad. Gracias por que ante cualquier obstáculo siempre estuviste para apoyarme y nunca dejaste que cayera. Mi admiración y amor infinito para ti.

ÍNDICE

	No. Pag.
Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Antecedentes	3
1.1. Alimentos funcionales	3
1.2. Haba	4
1.2.1. Producción en México	6
1.2.2. Propiedades nutricionales y composición química	7
1.3. Quinoa	7
1.3.1. Producción en México	9
1.3.2. Propiedades nutricionales y composición química	9
1.4. Alga espirulina	11
1.4.1. Propiedades nutricionales y composición química	12
1.5. Botana	12
1.5.1. Definición	12
1.5.2. Proceso de elaboración	12
1.6. Perfil de textura	13
1.6.1. Dureza	13
1.6.2. Fracturabilidad	14
1.7. Evaluación Sensorial	14
1.8. Envase y Etiquetados	15
1.8.1. Normatividad	15
1.9. Mercadotecnia	16
Capítulo 2. Metodología experimental	20
2.1. Objetivos	20
2.1.1. General	20
2.1.2. Particulares	20
2.2. Cuadro Metodológico	21
2.3. Descripción de la metodología	22

2.3.1. Actividades preliminares	22
2.3.2. Objetivo particular 1	26
2.3.3. Objetivo particular 2	27
2.3.4. Objetivo particular 3	31
2.3.5. Objetivo particular 4	37
2.3.6. Objetivo particular 5	40
2.3.7. Objetivo particular 6	41
Capítulo 3. Resultados y análisis	42
3.1. Actividades preliminares	42
3.2. Objetivo particular 1	45
3.3. Objetivo particular 2	55
3.4. Objetivo particular 3	58
3.5. Objetivo particular 4	62
3.6. Objetivo particular 5	64
3.7. Objetivo particular 6	65
Conclusiones	66
Referencias	67

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Clasificación taxonomía del haba	5
Tabla 2. Componentes químicos del haba	7
Tabla 3. Clasificación científica de la quinoa	8
Tabla 4. Comparativo de nutrientes en peso seco	9
Tabla 5. Taxonomía del alga espirulina	11
Tabla 6. Porcentajes de formulación	28
Tabla 7. Proporción del haba y quinoa en la elaboración de la botana	28
Tabla 8. Número de tratamientos resultado del diseño factorial 3X2	29
Tabla 9. Número de tratamientos resultado del diseño factorial 3X2	29
Tabla 10. Rendimiento de los sólidos granulares del haba	44
Tabla 11. Comparación de datos experimentales con datos bibliográficos para los sólidos granulares de haba, quinoa y alga espirulina	45
Tabla 12. Resultados de AQP para producto final	59
Figura 1. Industrialización de la quinoa	8
Figura 2. Gráfica de perfil de textura	14
Figura 3. Diagrama de proceso para la obtención de los sólidos granulares del haba	24
Figura 4. Vista frontal del horno de secado	25
Figura 5. Cuestionario de estudio de mercado	27
Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra	30
Figura 7. Formato de análisis sensorial de aceptación para las formulaciones previamente diseñadas de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra	31
Figura 8. Análisis sensorial de aceptación para las formulaciones previamente diseñadas de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra	32

Figura 9. Proceso de elaboración de cultivos microbiológicos	37
Figura 10. Ventana de software del texturómetro “Shimadzu”	39
Figura 11. Texturómetro Shimadzu	40
Figura 12. Formato de cuestionario para el análisis comparativo entre formulación 3 de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra	41
Figura 13. Producto terminado con tratamiento (a) y sin tratamiento (b) al alga espirulina	43
Figura 14. Tipo de botanas que conoce el consumidor	46
Figura 15. Consumo de botanas por parte del consumidor	47
Figura 16. Frecuencia de consumo de botanas por parte del consumidor	47
Figura 17. Conocimiento de botana de tipo “churrito” por parte del consumidor	48
Figura 18. Consumo de botana de maíz o trigo por parte del consumidor	48
Figura 19. Consumo de botana con ingredientes funcionales por parte del consumidor	49
Figura 20. Aporte nutricional que prefiere el consumidor en la botana	49
Figura 21. Conocimiento del alga espirulina por parte del consumidor	50
Figura 22. Conocimiento de botana de haba por parte del consumidor	50
Figura 23. Conocimiento de botana de quinoa por parte del consumidor	51
Figura 24. Consumo de una botana tipo “churrito” elaborada con haba y quinoa adicionada con alga espirulina	51
Figura 25. Preferencia de tamaño y precio de una botana por parte del consumidor	52
Figura 26. Elección de precio para la bolsa por parte del consumidor.	52
Figura 27. Elección de precio para bolsa de 150 g por parte del consumidor	53
Figura 28. Edad del consumidor	54
Figura 29. Sexo del consumidor	54
Figura 30. Formulación 3. 11.25 haba-37.75 quinoa	55

Figura 31. Preparación del análisis sensorial	56
Figura 32. Gráfica de caja para color	56
Figura 34. Gráfica de caja para olor	57
Figura 35. Gráfica de caja para sabor	57
Figura 36. Gráfica de caja para textura	57
Figura 37. Gráfica de caja para valores en general	57
Figura 38. Prueba microbiológica de mesófilos	59
Figura 39. Prueba microbiológica de mohos y levaduras	59
Figura 40. Prueba microbiológica de coliformes	60
Figura 41. Prueba microbiológica de mesófilos disolución 2	60
Figura 42. Prueba microbiológica de mohos y levaduras disolución 1	61
Figura 43. Prueba microbiológica de coliformes disolución 1	61
Figura 44. Gráfica textural para la botana de haba, quinoa y alga espirulina	62
Figura 45. Gráfica de escala de olor comparativa	63
Figura 46. Gráfica de escala de color comparativa	63
Figura 47. Gráfica de escala de sabor comparativa	63
Figura 48. Gráfica de escala de textura comparativa	63
Figura 49. Gráfica de escala con valores en general de los dos prototipos.	63
Figura 50. Isotipo del envase del producto	64
Figura 51. Envase del producto	64

Resumen

Las botanas hoy en día forman parte de la dieta de muchos mexicanos, siendo consumidas como colación entre comidas o un antojo, sin embargo, en la actualidad la mayoría de ellas son elaboradas con cereales que poseen grandes cantidades de carbohidratos siendo así el haba, la quinoa y el alga espirulina una alternativa para consumir una mayor cantidad de fibra y proteína.

Por esta razón el objetivo de este proyecto fue el desarrollo de una botana horneada a base de haría de haba, quinoa y alga espirulina para obtener un producto alto en proteína y fibra. Con la finalidad de conocer la viabilidad del proyecto se realizó una encuesta de estudio de mercado preguntando a 97 personas entre 16 y 65 años sin importar sexo y estatus social, siendo estas personas los clientes potenciales. Para obtener su formulación se diseñaron 3 prototipos para determinar las proporciones más favorables en cuanto a textura sin dejar de lado la apariencia de la botana, se decidió que las proporciones fueran 27-18, 18-27 y 11.25-37.75 de haba y de quinoa, respectivamente, después se utilizó como variante el alga espirulina con y sin tratamiento de color.

Para la selección del prototipo se realizó una prueba sensorial de aceptación a 30 personas y los resultados fueron analizados con el programa estadístico “R” seleccionando así el prototipo con proporción de haba y quinoa (11.25 y 37.75), posteriormente se realizó una prueba de preferencia entre la botana de haba y de quinoa y una botana elaborada de haba y de trigo; siendo la botana de haba y quinoa la de mayor aceptación.

El prototipo seleccionado se evaluó química y biológicamente obteniendo que por cada 100 g de botana 11.09 g son de proteína y 26.52 g son de fibra, así mismo se aseguró el cumplimiento de los estándares mexicanos de normatividad concluyendo que el desarrollo de este producto es viable y posee un alto contenido de proteína y fibra.

Introducción

En la actualidad, se observa una clara preocupación en la sociedad por la posible relación entre el estado de salud personal y la alimentación que se recibe. Incluso se acepta sin protesta que la salud es un bien preferentemente controlable a través de la alimentación, por lo que se detecta en el mercado alimentario marcada preferencia por aquellos alimentos que se anuncian como beneficiosos para la salud. Estos se conocen como alimentos funcionales, los cuales son alimentos que se encuentran en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contienen componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona. De manera natural existe una amplia variedad de alimentos funcionales en su mayoría plantas y sus derivados como son semillas, hojas, raíces y frutos. Como por ejemplo se encuentran el alga espirulina y la semilla de quinoa. La semilla de quinoa es rica en fibra además contiene el aminoácido esencial lisina. No contiene gluten, por lo que puede ser consumido por personas que tienen la enfermedad celíaca, así como por aquellos que son alérgicos al trigo. El alga espirulina dentro de sus características nutricionales destaca su alto contenido de proteínas y su variedad de vitaminas y minerales. Sus propiedades principales se deben al contenido de micronutrientes como los ácidos grasos omega 3 y omega 6, el beta-caroteno. La mitad de los lípidos que contienen son ácidos grasos entre los cuales destaca el g-linoleico (GLA), el cual es un ácido graso insaturado esencial que rara vez se encuentra presente en la dieta humana. El GLA reduce la cantidad de colesterol en la sangre por lo que presenta una nueva vía al manejo de enfermedades cardiovasculares. Estos alimentos funcionales completarán al haba, que es rica en fibra y proteína vegetal, su contenido en grasas es casi nulo, además de ser una fuente importante de ácido fólico, vitaminas A, B (B1, B2, B3, B6, B9), C y minerales (hierro, calcio, fósforo, potasio) por lo que resulta de gran interés desarrollar una botana horneada a base de harina de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteínas y fibra, que permita a los consumidores tener una botana más saludable.

Capítulo 1. Antecedentes

1.1 Alimentos funcionales.

En los últimos años, el estilo de vida saludable ha estado dirigiendo la vida de un gran número de personas. Este nuevo estilo de vida incluye, principalmente una dieta basada en el producto, pero sin comprometer los beneficios de salud a los mismos. Con esto, una gran tendencia es la preferencia por los alimentos, ingredientes y aditivos naturales o así mismo “alimentos funcionales”, es decir, alimentos, sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que, ingeridas por el hombre, aportan al organismo la energía y los nutrientes (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales) necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos, además de ejercer efectos psicológicos relacionados con la satisfacción y obtención de sensaciones gratificantes (López-Hernández, 2010).

En la última década del siglo pasado, comenzaron a desarrollarse nuevos conceptos como son los alimentos funcionales. Se considera que son aquellos alimentos que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, o bien a los alimentos a los que se han añadido sustancias biológicamente activas, como antioxidantes, y los prebióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos (Cortés *et al.*, 2005).

Sobre la base de este concepto, las industrias de alimentos tienen grandes expectativas de que sus productos cumplen con la demanda del consumidor para un estilo de vida más saludable. En este contexto, la elaboración de alimentos funcionales cumple un papel específico. Estos alimentos están destinados, no sólo a satisfacer el hambre o proporcionar los nutrientes necesarios, sino también para prevenir las enfermedades relacionadas con la nutrición y aumentar el bienestar físico y mental de los consumidores (Menrad, 2003). Recientemente, el reconocimiento de las propiedades nutraceuticas de muchos componentes de los alimentos se ha traducido como beneficiosos para la salud. Por esta misma razón el área de cereales ha estudiado la adición de compuestos bio-activos en formulaciones de panes, pasteles, galletas, pasta, etc. (Kajishima, 2001).

1.2. Haba.

El haba (*Vicia faba L.*) es una planta trepadora herbácea, anual, de tallos semi-erectos que se enredan; cultivada en todo el globo por sus semillas, las cuales son empleadas en gastronomía. El principal uso de haba es como leguminosa de grano, los granos se consumen generalmente cocidos en ensalada y acompañando diferentes platos. Igualmente se consume ocasionalmente la vaina al estado muy inmaduro (Jiménez, 2012).

Este miembro de la familia de las leguminosas es nativo de la región del Mediterráneo, especialmente Italia e Irán. Es una de las plantas de cultivo conocidas más antiguas, cuya producción se extiende a épocas prehistóricas. El fruto es una legumbre de color verde pálido posee una vaina alargada de longitud variable entre 10 y 30 cm y consistencia carnosa. Dentro de esta vaina se ubican las semillas puestas en fila, de 2 a 9 piezas; las semillas son muy ricas en hidratos de carbono (12 % en las habas tiernas y 60 % en habas secas) y en proteínas (6 % en habas tiernas y 26 % en habas secas), prácticamente su contenido de grasa es mínimo, dentro de esta fracción grasa, el más abundante es el ácido linolénico (omega 3), además de fosfolípidos. La vaina, de color verde en estado inmaduro, se oscurece y se vuelve pubescente al secarse (Jiménez, 2012).

La clasificación taxonómica del haba se ubica de la siguiente manera, así como se muestra en la tabla No. 1:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del haba.

Clasificación taxonómica del haba

Nombre científico	Vicia faba L.
Nombre común	Haba caballar
Otros idiomas	Fababean, pigeonbean (ing)
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminosae
Familia	Papilionacé (Fabac)
Género	Vicia
Especie	Faba L.

Fuente: Bondan, 2011.

Los diferentes tipos de haba cultivados hacen que la sistemática de la especie sea muy confusa; en general se reconoce válida la subdivisión de haba en tres variedades botánicas, en atención al tamaño de la semilla y las vainas:

- *Vicia faba* var. minor (Harz) Beck: esta variedad botánica se caracteriza por presentar semillas pequeñas, de 1 a 1.2 cm de longitud. Este tipo predomina como cultivo en el norte de Europa, especialmente en Gran Bretaña, en el Valle del Nilo, India y Norteamérica, pero su utilización principal es forrajera o como abono verde.
- *Vicia faba* var. Equina Pers: las semillas de este grupo son de tamaño intermedio, de 1.2 a 1.4 cm de longitud. Este tipo, como sus nombres latino e inglés ("horse bean") lo indican, se utiliza preferentemente en la alimentación de ganado y no se recomienda para consumo humano.
- *Vicia faba* var. major (Harz) Beck: este grupo presenta los granos más grandes de la especie (1.5 a 3 cm de largo). Esta variedad botánica es la más usada como haba verde en el mundo, especialmente en Asia, América Latina y Europa. En esta variedad se distinguen los cultivares "asiáticos" de vaina corta, gruesa y con pocos granos muy grandes como Jumbo

y NintokuGiant, los cultivares "europeos" de vaina larga, gruesa, de varios granos como los españoles Aguadulce y Muchamiel, y de otros países como Portuguesa (Portugal), D'Aquitaine (Francia), Windsor (Inglaterra) y Witkiem (Holanda).



Figura 1. Variedades Vicia faba

Fuente: Daroch, 2002.

1.2.1. Producción en México.

El año 2010 a la fecha se ha registrado un crecimiento en la superficie sembrada del 10%; asimismo, la producción con respecto al mismo año ha tenido un incremento del 13.4%.

En el ciclo agrícola 2016 se obtuvieron 36,121.82 toneladas del fruto lo que posicionó al Estado de México como el primer productor de haba a nivel nacional.

En 2020 fue el principal productor de haba verde en México con 39,111 toneladas (47.4%), seguido por Puebla con 28,529 toneladas (34.6%) y Michoacán con 6,388 toneladas (7.7%), por lo que estas 3 entidades representaron el 29.9% de la producción nacional.

México, Puebla y Tlaxcala fueron los estados con mayor superficie cosechada, con 6,022, 3,920 y 1,446 hectáreas, respectivamente, es decir, el 46.3%, 30.1% y 11.1% del total nacional. Mientras que Puebla, Michoacán y México tuvieron el mayor rendimiento promedio, con 7.3, 6.6 y 6.5 toneladas por hectárea. (Gobierno del estado de México, 2015)

En cuanto al valor de la producción, el estado de México generó 261 millones de pesos (57.7%), seguido por Puebla con 117 millones de pesos (25.8%) y Tlaxcala con 32 millones de pesos (7.1%), siendo el valor total de la producción nacional de haba verde de 452 millones de pesos.

En el Estado de México se siembra una superficie de cinco mil 643 hectáreas de haba verde, con una producción anual de 36 mil 334 toneladas.

Los principales municipios productores son: Coatepec Harinas, Amanalco de Becerra, Texcaltitlan, Ixtlahuaca y Santiago Tianguistengo con 4,302; 3,410; 2,652; 2,242 y 1,976 toneladas anuales respectivamente. El haba es una planta trepadora que se cultiva en todo el mundo. En México es un ingrediente común de la cocina. (Gobierno del estado de México, 2015)

1.2.2. Propiedades nutricionales y composición química.

Las habas son ricas en carbohidratos y proteínas. A medida que maduran, endurecen y ganan en almidón; a continuación, en la tabla No. 2 se muestra la composición química del haba:

Tabla 2. Componentes químicos del haba.

Componentes	Unidad	Haba verde	Haba seca
Agua	%	65.7	14.0
Proteínas	%	9.9	23.1
Grasa	%	0.3	1.8
Carbohidrato	%	18.3	49.8
Fibra	%	4.5	8.4
Ceniza	%	1.3	2.9
Cálcio	mg	50.00	90.00
Fósforo	mg	190.00	420.0
Hierro	mg	20.00	4.90
Tiamina	mg	0.29	0.61
Riboflavina	mg	0.15	0.17
Niacina	mg	1.6	2.50
Ácido ascórbico	mg	20.0	2.00
Calorías	mg	130	2.97

Fuentes: Benítez, 2008

1.3. Quinoa

La semilla quinoa es un pseudocereal, que se utiliza para la alimentación animal, sin embargo tienes otros usos potenciales, ésta también puede ser consumida por humanos, pues tiene un alto valor nutricional, al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales), y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma, por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo, lo que la convierte en la más completa entre los cereales, de ahí que en este aspecto puede competir, incluso, con la proteína animal procedente de la carne, leche y huevos. Además, se describe que tiene un bajo nivel de grasa, en comparación a otros cereales, y no posee colesterol (Abugoch, 2009).

La quinoa se encuentra de forma nativa en todos los países de la región andina, encontrándose desde Colombia hasta el norte de Argentina y el sur de Chile (FAO, 2013).

La quinoa se clasifica científicamente de la siguiente manera:

Tabla 3. Clasificación científica de la quinoa.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>C. quinoa</i>

Como ya se mencionó la semilla de quinoa tiene muchos usos potenciales los cuales incluyen la alimentación humana, en productos alimenticios procesados o semi procesados, alimentación animal, uso medicinal. La industrialización de la quinoa está en pleno desarrollo como podemos observar en la Figura 2.

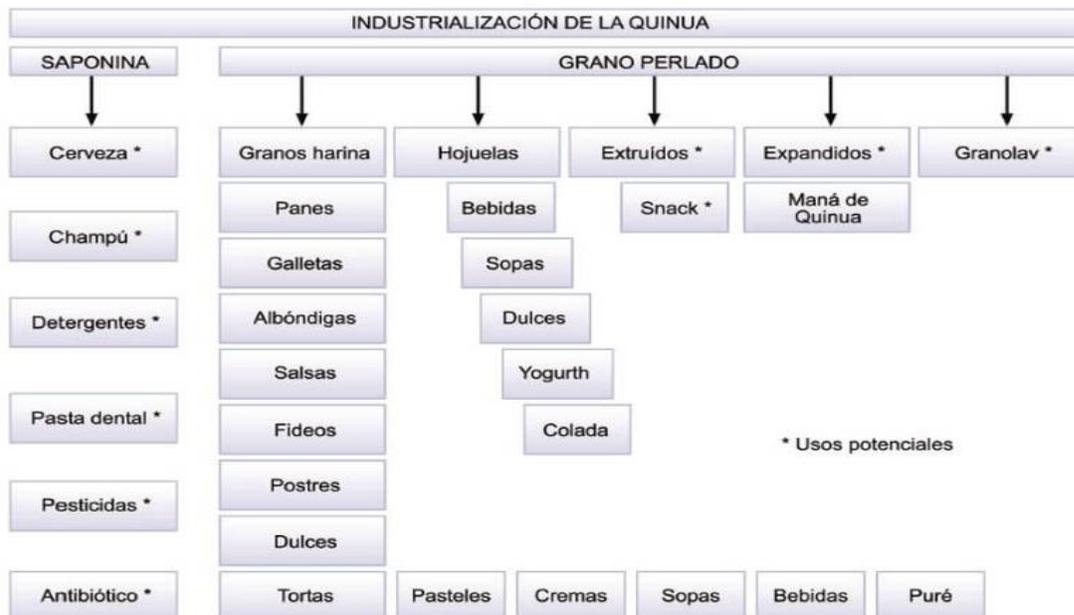


Figura 2. Industrialización de la Quinoa.

FUENTE: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/>

1.3.1. Producción en México.

De acuerdo con la FAO, este cereal constituye un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria por su calidad nutritiva. El producto sorprende al mundo por sus cualidades nutraceuticas y porque es un alimento funcional y fácil de cocinar. Su contenido de aminoácidos esenciales se encuentra en los estándares que la FAO ha establecido para la nutrición humana y constituye una fuente de proteína económica superior a la del trigo y la soya. Actualmente, por sus características tiene gran potencial de desarrollo en México, ya que cada vez son más notorios los beneficios de su alto rendimiento.

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) publicó en 2016 la producción de quinoa en Aguascalientes, donde el municipio de Rincón de Ramos generó 30.8 toneladas, alcanzando un valor de la producción de 924 mil pesos (FAO, 2011).

1.3.2. Propiedades nutricionales y composición química.

La ONU define la quinoa como “súper alimento” por su alto valor nutricional.

La quinoa es única debido a su calidad de semilla que puede comerse de modo similar al grano. Generalmente, o bien se cocina y se añade a sopas, o se transforma en harina para utilizar en pan, bebidas o papillas. En relación con la nutrición, la quinoa se puede comparar en energía a alimentos consumidos similares como frijoles, maíz, arroz o trigo, tal y como se muestra en la tabla No. 4. Además, la quinoa destaca por ser una buena fuente de proteínas de calidad, fibra dietética, grasas poliinsaturadas y minerales (Koziol, 1992).

Tabla 4. Comparativo de nutrientes en peso seco.

	Quinoa	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (kcal/100 g)	399	367	408	372	392
Proteína (g/100 g)	16.5	28	10.2	7.6	14.3
Grasa (g/100 g)	6.3	1.1	4.7	2.2	2.3
Total de carbohidratos	69	61.2	81.1	80.4	78.4
Fuente: Koziol, 1992					

La cantidad de proteínas en la quinoa depende de la variedad, con un rango comprendido entre un 10.4 % y un 17.0 %. Aunque generalmente tenga una mayor cantidad de proteínas en relación con la mayoría de granos, la quinoa se conoce más por la calidad de las mismas. Ya que la proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales tanto para niños como para adultos (Reyes *et al*, 2006).

Respecto a la fibra se mostró que la fibra dietética en la quinoa cruda varía entre los 13.6 g y los 16.0 g por cada 100 g de peso en seco. La mayoría de la fibra dietética era insoluble, con un intervalo de 12.0 g a 14.4 g en comparación con el contenido comprendido entre 1.4 g y 1.6 g de la fibra soluble por cada 100 g de peso en seco. De modo similar al valor proteico, el valor de la fibra dietética es por lo general mayor al de la mayoría de granos e inferior al de las legumbres. La fibra dietética constituye la parte de los alimentos vegetales que no se puede digerir y es importante para facilitar la digestión y prevenir el atasco fecal del intestino (Reyes *et al*, 2006).

Hablando de las grasas como pudimos ver en el cuadro anterior, la quinoa contiene más grasas (6.3 g) por cada 100 g de peso en seco en comparación con el frijol (1.1 g), el maíz (4.7 g), el arroz (2.2 g) y el trigo (2.3 g) (Carrasco *et al.*, 2003).

Las grasas son una importante fuente de calorías y facilitan la absorción de vitaminas liposolubles. Del contenido total de materias grasas de la quinoa, más del 50 % viene de los ácidos grasos poliinsaturados esenciales linoleico (omega 6) y linolénico (omega 3). Los ácidos linoleico y linolénico se consideran ácidos grasos esenciales, ya que no los puede producir el cuerpo. Se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinoa mantienen la calidad debido al alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural. (Carrasco *et al* 2003).

Además, la quinoa contiene almidón y este tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente. El almidón tiene posibilidades especiales de uso en la industria debido al pequeño tamaño del gránulo de almidón (Abugoch, 2008).

1.4 Alga espirulina

La espirulina es un alga azul-verde multicelular y filamentosa que ha ganado considerable popularidad en la industria de alimentos saludables. La espirulina es un organismo primitivo que se originó hace unos 3.500 millones de años y que ha establecido la capacidad de utilizar el dióxido de carbono disuelto en el agua de mar como fuente de nutrientes para su reproducción. La espirulina es multicelular y filamentosa con bacterias simbióticas que fijan el nitrógeno del aire. La espirulina puede tener forma de barra o disco. Su principal pigmento fotosintético es la ficocianina, que es de color azul. Estas bacterias también contienen clorofila y carotenoides. Algunos contienen el pigmento phycoerythrin, dando a las bacterias un color rojo o rosa. La espirulina es fotosintética y por lo tanto autótrofa. La espirulina se reproduce por fisión binaria (Belay, 2008).

La taxonomía del alga es la siguiente:

Tabla 5. Taxonomía del alga espirulina.

Dominio	<i>Bacteria</i>
Filo	<i>Cyanobacteria</i>
Clase	<i>Cyanophyceae</i>
Subclase	<i>Oscillatoriophyceae</i>
Orden	<i>Chroococcales</i>
Familia	<i>Spirulinaceae</i>
Género	<i>Spirulina</i>

Espirulina es el nombre de un suplemento dietético que se obtiene a partir del género *Arthrospira*, concretamente de las dos especies *Arthrospira platensis* y *Arthrospira maxima*. Ambos géneros son cianobacterias, una clase de organismos unicelulares que era anteriormente conocido como "algas azules". En un principio estaban incluidas en el género *Spirulina* y es este nombre el que sigue usándose para designar el suplemento nutricional. Los lagos de espirulina más grandes se encuentran en África Central, alrededor de los Lagos Chad y Níger, y en África Oriental a lo largo del Gran Valle del Rift. En México se da en el lago de Texcoco (Vargas 2014).

1.4.1. Propiedades nutricionales y composición química.

La composición bioquímica básica de la espirulina se puede resumir de la siguiente manera:

Proteína: la espirulina contiene cantidades inusualmente altas de proteína, entre el 55 y el 70 por ciento en peso seco, contiene una alta cantidad de ácidos grasos esenciales La espirulina es una fuente rica de potasio, y también contiene calcio, cromo, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio, sodio y zinc.

La composición del polvo de espirulina comercial es:

Tabla 6. Composición nutrimental del polvo de alga espirulina comercial.

Componentes	Cantidad (%)
Proteínas	60
Carbohidratos	20
Grasas	5
Minerales	7
Humedad	3-6

Lo que lo convierte en una fuente de proteína baja en grasa, baja en calorías y sin colesterol.

1.5 Botana

1.5.1. Definición

Según la NOM-216-SSA1-2002 PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA, PRODUCTOS Y SERVICIOS. BOTANAS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS. METODOS DE PRUEBA. Los productos de pasta de harinas, de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; así como de granos, frutas, frutos, semillas o leguminosas con o sin cáscara o cutícula, tubérculos; productos nixtamalizados y piel de cerdo, que pueden estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos. Se pueden denominar botanas.

1.5.2. Proceso de elaboración

La botana es un producto que se obtiene de un proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco. La humedad se presenta como una solución líquida dentro del sólido, es decir, en la microestructura del mismo (Cabrera, 2005). Cuando un sólido húmedo es sometido a secado térmico, dos procesos ocurrirán simultáneamente:

1. Habrá transferencia de energía (comúnmente como calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
2. Habrá transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

La velocidad a la cual el secado es realizado está determinada por la velocidad a la cual los dos procesos mencionados anteriormente se llevan a cabo. En el proceso 1 donde la eliminación de agua en forma de vapor de la superficie del material depende de las condiciones externas tales como: temperatura, humedad y flujo de aire, área de la superficie expuesta y presión. Estas condiciones son importantes durante las etapas iniciales de secado cuando la humedad de la superficie está siendo removida. En algunos materiales hay encogimiento, excesiva evaporación en la superficie, después de que la humedad inicial ha sido removida dando lugar a altos gradientes de humedad del interior a la superficie. Este fenómeno es causado por el sobresecado, encogimiento y consecuentemente de las altas tensiones dentro del material, dando como resultado agrietamiento y deformación. (Cabrera, 2005).

Existen condiciones internas donde el movimiento de humedad dentro del sólido es una función de la naturaleza física dentro del sólido, la temperatura y su contenido de humedad. En una operación de secado cualquiera de estos procesos puede ser el factor que determine la velocidad de secado. A partir de la transferencia de calor hacia un sólido húmedo, un gradiente de temperatura se desarrolla dentro de un sólido mientras la evaporación de la humedad ocurre en la superficie. La evaporación produce una migración de humedad desde adentro del sólido hacia la superficie, la cual ocurre a través de uno o más mecanismos, normalmente, difusión, flujo capilar, presión interna causada por el encogimiento durante el secado (Cabrera, 2005).

1.6 Perfil de textura

La textura es uno de los atributos primarios, que junto con el color, sabor y olor conforman la calidad sensorial de los alimentos. Es la característica de calidad más apreciada por el consumidor y sus propiedades relacionadas se caracterizan por ser difíciles de definir ya que son características subjetivas. Dichas propiedades pueden ser observadas en la figura 2 que se encuentra en el apartado 1.6.2 (Igor y Velasco, 2002).

1.6.1. Dureza

Se define como la fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Se expresa en unidades de fuerza, N o Kg* m/s (Igor y Velasco, 2002).

1.6.2 Fracturabilidad

Es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con el cual el alimento se desmorona, cruje o se revienta. Se expresa en unidades de fuerza-Newton.

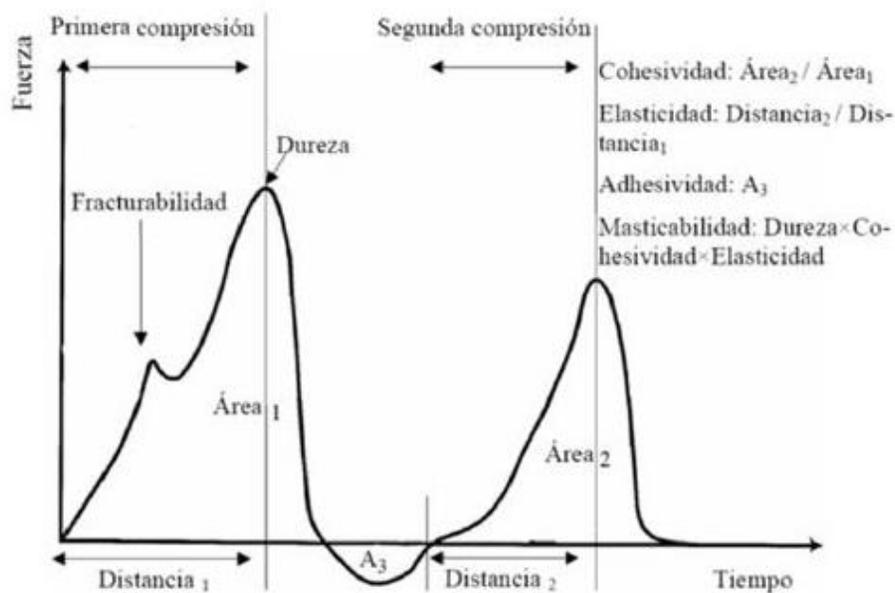


Figura 3. Gráfica de perfil de textura.

Fuente: Igor, 2002

1.7 Evaluación Sensorial

La definición de evaluación sensorial según la división de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnología de Alimentos (IFT) de Estados Unidos de Norteamérica es: "la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto tacto y oído" (Hough y Fiszman, 2005).

La evaluación sensorial es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos, para los encargados de la producción y desarrollo de nuevos productos y los promotores de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado (Hernández 2005).

Esta evaluación se lleva a cabo con diferentes pruebas, las principales son: pruebas afectivas, discriminativas y descriptivas.

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales (Anzaldúa, 1994).

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 (Anzaldúa, 1994).

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Para estas pruebas se requieren jueces más entrenados (Anzaldúa, 1994).

1.8 Envase y Etiquetado

1.8.1 Normatividad

Basándose en la norma PROY-NOM-216-SSA1-2002 proyecto de norma oficial mexicana, productos y servicios. Botanas. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba, así como la NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. Que tiene por objeto establecer la información comercial y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados de fabricación nacional o extranjera, así como determinar las características de dicha información.

1.9 Mercadotecnia

La mercadotecnia es algo nuevo y viejo a la vez. Esto debido a que sus orígenes se remontan al comercio entre los pueblos antiguos, sin embargo, fue en la década de los 70's en que se dio una formalización real y sistemática que le proporcionó carácter de ciencia experimental (Kotler y Armstrong 2003).

El marketing se considera un proceso social debido a que intervienen grupos de personas: con necesidades: deseos y demandas. Según Kotler y Armstrong (2003), el punto de partida de la disciplina de la mercadotecnia radica en las necesidades y deseos humanos. Esta se considera un proceso administrativo ya que la mercadotecnia necesita de sus elementos básicos, como son: la planeación: la organización, la implementación y el control: para el desarrollo de sus actividades. Ambas características básicas y que forman parte de la "definición de mercadotecnia": nos ayudan a recordar dos puntos muy importantes:

- La mercadotecnia es realizada por personas y dirigida hacia personas, por lo tanto, es un proceso social.
- La mercadotecnia necesita ser administrada: Hoy en día no es suficiente tener ideas brillantes, se requiere planificarlas, organizarlas, implementarlas y controlarlas logrando incrementar las posibilidades de éxito y de competitividad de la empresa.

Su objetivo es conectar con los consumidores y crear una relación de confianza con ellos para que sigan comprando sus productos; es el conjunto de estrategias y técnicas utilizadas por las empresas del sector para promocionar y vender sus productos. Esto incluye la investigación del mercado, el desarrollo de productos, la publicidad, la promoción, la distribución y la fijación de precios.

El food marketing se enfoca en la creación de una imagen positiva para la marca, sus artículos, y en la construcción de una relación sostenible con los clientes. También se utiliza para diferenciar los productos de los competidores, adaptarse a las tendencias y cambios en el mercado.

Dicho sector ya no se limita a los métodos publicitarios tradicionales. Para 2023 y los años consecuentes, los especialistas deberán aprovechar las herramientas digitales, como las plataformas de redes sociales, la optimización de motores de búsqueda (SEO), el marketing de contenidos y el marketing de influencers para llegar a su público objetivo.

La transparencia también será clave para ganar la confianza de los consumidores. Esto incluirá el uso de etiquetas claras y precisas, así como la creación de contenido detallado en línea sobre los productos. (The food tech, 2023)

La sostenibilidad también será una tendencia en la industria. Los compradores cada vez son más conscientes de la huella de carbono de sus compras y buscan opciones más respetuosas con el medio ambiente.

Se usarán ingredientes orgánicos, el embalaje, producción y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. (The food tech, 2023)

Una de las estrategias más importantes para 2023 es el uso de la tecnología avanzada para crear experiencias dinámicas y bidireccionales. Esto incluye banners interactivos, cuestionarios, juegos o evaluaciones, así como sitios web sencillos y prácticos que son fáciles de usar y libres de publicidad intrusiva.

Además, el uso de soluciones tecnológicas de Inteligencia Artificial (IA) para el análisis de contextos de navegación y de datos puede ayudar a crear una mejor experiencia de usuario.

Otra estrategia importante es el influencer marketing. Al recurrir a este método, los profesionales pueden tener más afinidad con su público objetivo de forma orgánica, además de generar confianza y credibilidad. Esto incluye la creación de trends en redes sociales como TikTok o hashtags. (The food tech, 2023)

Capítulo 2. Metodología experimental.

2.1 Objetivos.

2.1.1. General

Desarrollar una botana a base de haba, quínoa y alga espirulina, alta en proteína y fibra, apta para consumo humano, que satisfaga las necesidades nutricionales y la aceptación del consumidor.

2.1.2. Particulares

1. Determinar la viabilidad de elaborar una botana a base de de haba y quínoa, adicionada con alga espirulina mediante la realización de un estudio de mercado para demostrar su aceptación.

2. Desarrollar diferentes formulaciones por medio de un diseño factorial 3X2 variando la concentración de los sólidos granulares de haba y de quínoa (24:16, 16:24 y 11.25:33.75) y el pretratamiento del alga espirulina (extracción de color y no extracción) para seleccionar la botana de mayor preferencia mediante un análisis sensorial de aceptación.

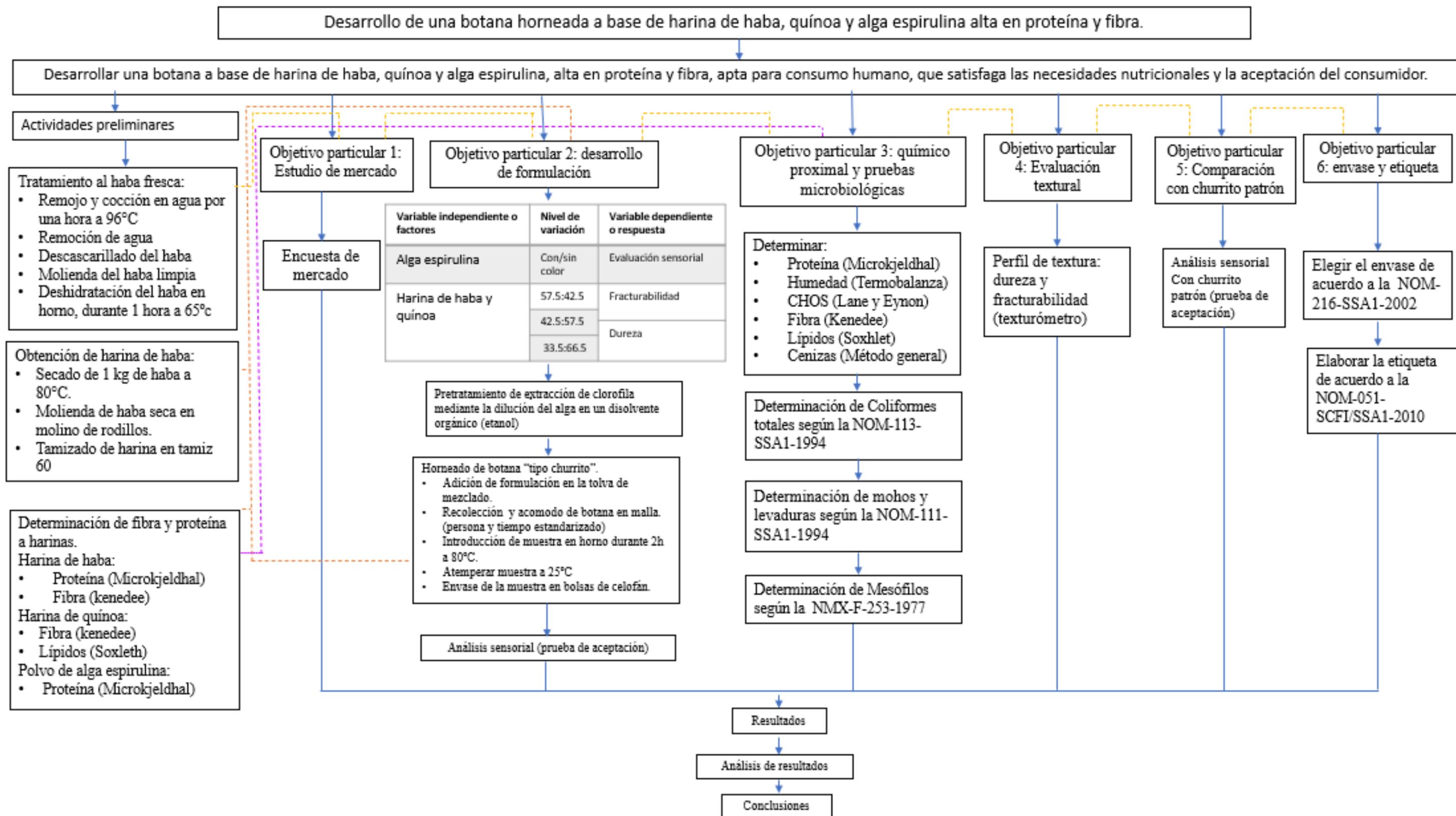
3. Determinar el contenido nutricional de la botana seleccionada, mediante un análisis químico proximal para elaborar el correcto etiquetado del producto, así como un análisis microbiológico de coliformes totales, mohos y levaduras y mesófilos para asegurar un producto inocuo y apto para consumo humano.

4. Evaluar texturalmente el prototipo seleccionado mediante un análisis de perfil de textura para ver las características del producto.

5. Comparar el prototipo seleccionado con una muestra patrón (botana hecha de trigo y haba) mediante un análisis sensorial de aceptación para su introducción al mercado.

6: Elegir el tipo de envase y diseñar la etiqueta de la botana mediante la NOM-216-SSA1-2002 y la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 respectivamente, para mantener sus propiedades y calidad.

2.2. Cuadro Metodológico.



2.3 Descripción de la metodología.

2.3.1 Actividades Preliminares

a) Pretratamiento Alga Espirulina

El procedimiento para quitar el color al alga espirulina fue de acuerdo a lo descrito por el artículo "Deodorization of arthrospira platensis biomass for further scale-up food applications", el método utilizado se describe a continuación (Cuellar *et al.*, 2017).

Materiales

10g de alga espirulina comercial "Nature's Heart"

350 mL de etanol.

Se mezcló el alga con el etanol, una vez realizada la mezcla se revolvió durante 2 minutos y posteriormente se separó la torta del extracto mediante un proceso de filtración en un embudo "Buchner", una vez terminada la filtración se secó la torta en la estufa de convección durante 13 horas, pasadas las 13 horas, se almacenó en un frasco de vidrio y en un lugar seco para utilizarla posteriormente.

b) Estandarización de proceso de la botana.

1) Rendimiento total de los sólidos granulares de haba.

Se proceso el haba desde su estado fresco, se retiró cáscara y la vaina, posteriormente tuvo un romojo de 6 horas en agua potable, una vez pasadas las 6 horas entro en proceso de cocción para retirarle la cubierta más delgada que tiene el haba y así poder molerla y posteriormente secarla. Entre cada paso se pesó obteniendo su rendimiento, los resultados se pueden observar en la tabla 9 de resultados.

Los sólidos granulares de haba se obtuvieron con el siguiente proceso. Figura 4.

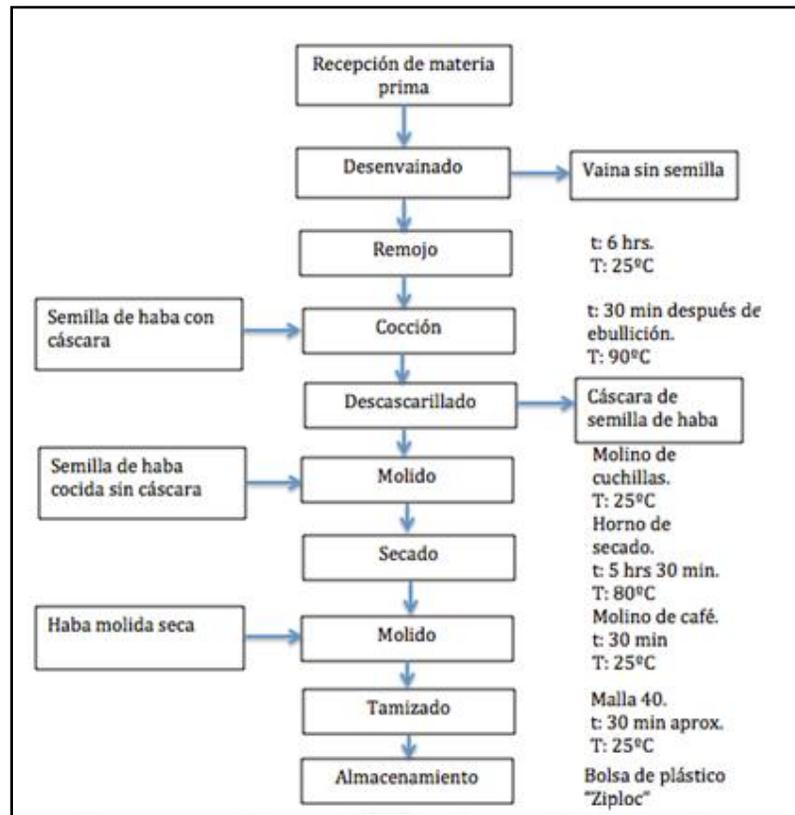


Figura 4. Diagrama de proceso para la obtención de los sólidos granulares de haba.

2) Estandarización de zona de horneado dentro del horno de secado

Se estandarizó el tiempo óptimo de secado necesario para la elaboración de una botana al obtener un porcentaje de humedad de 8.59% de acuerdo a la NOM-216-SSA1-2002.

Primero se determinó la zona de la estufa de secado con temperatura 90-110°C en menor tiempo, luego se establecieron puntos de localización en cada una de las 2 zonas del horno (A, B), posteriormente se encendió el horno de secado y estableció una temperatura de 90-110°C. Dejamos transcurrir 40 minutos una vez encendido el horno. Y se colocaron los termómetros de mercurio en cada zona a medir. Se cronometró 10 minutos después de colocar los termómetros, se registraron las temperaturas de cada una de las zonas, y en base a eso se determinó la mejor zona del horno de secado para realizar el proceso de horneado

como se muestra en la figura 5. Los resultados obtenidos los veremos en el capítulo 3 de análisis y resultados.

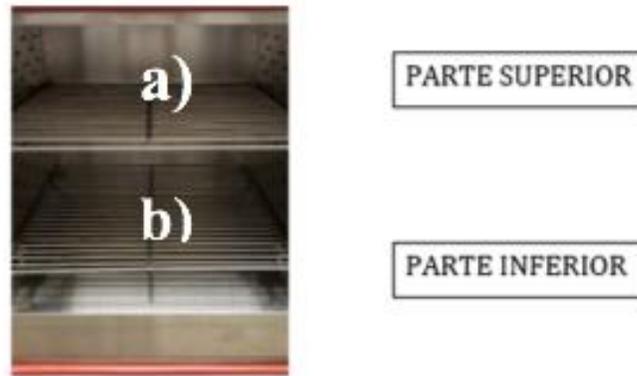


Figura 5. Vista frontal del horno de secado.

c) Pruebas químicas a materia prima.

Una vez obtenidas todas las materias primas necesarias para la elaboración de la botana se siguió con la realización de ciertas pruebas químicas, para así comprobar el porcentaje de proteína y fibra respectivamente.

De primera instancia se realizó la prueba de humedad, proteína y fibra al haba. Después al alga espirulina de le realizó la prueba de proteína, únicamente y se finalizó con la prueba de fibra a la quinoa.

- **Humedad por termobalanza (AOAC, 1990).**

Equipos:

Termobalanza Análoga marca Ohaus

Termobalanza Digital marca Ohaus modelo MB45.

- **Proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC. 41.023, 1990).**

Equipo:

Digestor marca Labconco

Destilador marca Figursa modelo DMK-650

Cálculos:

$$\%N = \frac{(ml\ HCl - ml\ blanco) * N * 14.007 * 100}{mg\ muestra}$$

Dónde:

%N= % de Nitrógeno

N= Normalidad del HCl

$$\% \text{ Proteína} = \% N * \text{Factor}$$

Factor = 6.25

- **Fibra bruta por método de Kennedy (Lees, 1989).**

Equipos:

Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

Estufa marca Mapsa modelo HDP-334

Digestor marca Labconco modelo 30001

Bomba de vacío marca Siemens tipo 1RF3 052-4YC31

Cálculos:

$$\%Fibra = \frac{p1 - p2}{p3} * 100$$

Dónde:

P1= Peso del crisol con residuo seco (g).

P2= Peso del crisol con la ceniza (g).

P3= Peso de la muestra (g).

2.3.2 Objetivo Particular 1. Estudio de mercado

El estudio de mercado constó de 13 preguntas, las cuales se muestran en la figura 6. Se encuestó una muestra de 97 personas entre 16 a 65 años, mediante internet. El tamaño de muestra se determinó con la ecuación para estimar proporciones, utilizando el programa “Statulator” [Statulator Conducts Statistical Analyses] (s.f.) <http://statulator.com/>, donde se usó una proporción a estimar de 0.5, con un error de estimación de 0.1. El parámetro a estimar es la proporción de gente que consume botanas, (pregunta 2 del cuestionario).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
TALLER DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Sexo M F Edad _____

- 1.- ¿Qué tipo de botanas conoces?
- 2.- ¿Consumes botanas?
- 3.- ¿Con que frecuencia consumes botanas?
- 4.- ¿Conoces botanas tipo “churrito” sin harina de maíz o trigo?
- 5.- ¿Consumirías botanas tipo “churrito” sin harina de maíz o trigo?

*Ingrediente funcional: Alimentos, sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que, ingeridas por el hombre, aportan al organismo la energía y los nutrientes (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales) necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos.

- 6.- ¿Consumirías una botana tipo “churrito” con ingredientes funcionales*?
- 7.- ¿Qué aporte nutricional te gustaría que tuvieran las botanas?
- 8.- ¿Conoces el alga espirulina?
- 9.- ¿Has probado alguna botana con harina de haba?
- 10.- ¿Has probado alguna botana con harina de quinoa?
- 11.- ¿Consumirías una botana tipo “churrito” de harina de haba y quinoa adicionada con alga espirulina?
- 12.- ¿De que tamaño comprarías las bolsas de botana?, ¿Cuánto pagarías por esta bolsa?
- 13.- Si la bolsa fuera de 150 g, ¿Cuánto pagarías por ella?

Figura 6. Cuestionario de estudio de mercado.

2.3.3 Objetivo particular 2. Desarrollo y selección de prototipo.

Se realizó una formulación con base del 45% de sólidos granulares de haba y de quínoa ya que al ser la materia prima elaborada se quería mantener en la mayor proporción posible, estandarizando el resto de los ingredientes (agua, alga espirulina, aceite, sal y maltodextrina). En dicha formulación se agregó maltodextrina para darle una mejor consistencia a la botana; la cantidad de maltodextrina se seleccionó con base en la ingesta diaria recomendada (IDR) la cual debe limitarse a 10 g por día. (IMSS, 2019)

Una vez obtenida la formulación y las condiciones óptimas para la elaboración de la botana, las cuales se observan en la tabla 7, se efectuó un experimento para evaluar los efectos de las proporciones de haba y quínoa, mencionadas en la tabla 8. Mediante el programa estadístico “R” se realizó un diseño factorial 3X2 las cuales se observan en la tabla 9, en esta ocasión variando las proporciones de haba-quínoa (27-18, 18-27 y 11.25-37.75), con y sin tratamiento al alga espirulina.

Tabla 7. Porcentajes de formulación.

COMPONENTES	PORCENTAJE (%)
Agua	45.35
Sólidos granulares	49
Aceite	2.25
Maltodextrina	2
Sal	1
Alga espirulina	0.4
TOTAL	100

Tabla 8. Proporción de haba y quínoa en la elaboración de la botana.

Formulación	Haba (%)	Quínoa (%)
1	29	20
2	20	29
3	11.25	37.75

Tabla 9. Número de tratamientos resultado del diseño factorial 3x2.

Combinaciones	Concentración haba-quinoa	Tratamiento alga espirulina
1	29-20	Con
2	20-29	Con
3	11.25-37.75	Con
4	29-20	Sin
5	20-29	Sin
6	11.25-37.75	Sin

Tabla 10. Número de tratamientos resultado del diseño factorial 3x2.

	Con tratamiento al alga espirulina	Sin tratamiento al alga espirulina
[]	29-20	29-20
[]	20-29	20-29
[]	11.25-37.75	11.25-37.75

Para la elaboración de los prototipos de la botana, se siguió el diagrama de proceso para la obtención de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra mostrada en la figura 7.

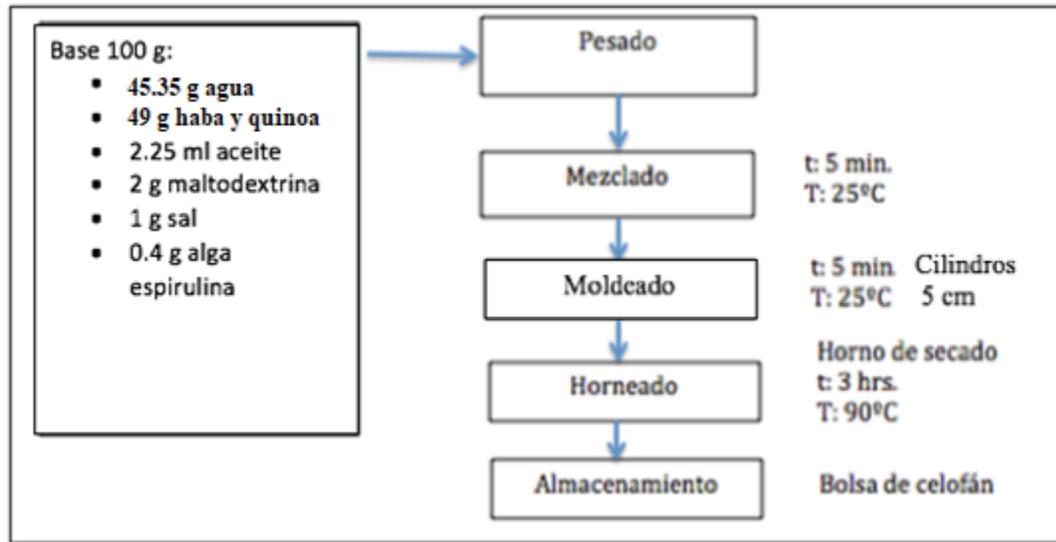


Figura 7. Diagrama de proceso para la obtención de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra.

1) Descripción del diagrama de proceso.

- Pesado: Es la operación donde se cuantifican los ingredientes utilizados en la elaboración de la botana.
- Mezclado: Es la operación en donde se distribuyen las partículas dentro de un sistema en una manera homogénea por medio de una fuerza mecánica.
- Moldeado: Operación en la que se le da forma y tamaño a la mezcla homogénea y maleable.
- Horneado: Consiste en el cocimiento de la masa, transformándola en un producto apetitoso y digerible. Para esta operación la masa moldeada fue colocada en charolas de aluminio, estas se colocaron dentro del horno de secado, durante un tiempo de 3 horas a una temperatura de 90 °C.

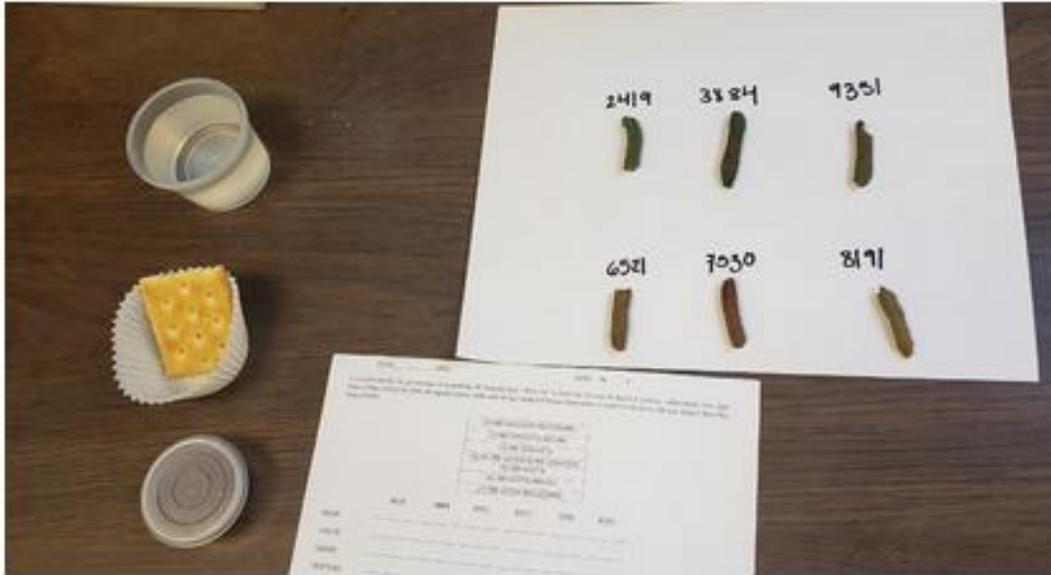


Figura 9. Análisis sensorial de aceptación para las formulaciones previamente diseñadas de la botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra.

2.3.4 Objetivo Particular 3. Determinación de AQP y análisis microbiológico.

Una vez seleccionado el prototipo con la ayuda del análisis sensorial de aceptación, se realizó un análisis químico proximal al prototipo seleccionado; obteniendo una muestra homogénea, suficiente y representativa para las pruebas a realizar. Los métodos utilizados para cumplir este objetivo son los mismos métodos utilizados para el análisis de la materia prima descritas en el inciso c de las actividades preeliminarias, haciendo repeticiones por triplicado y reportando el promedio.

- **Humedad por termobalanza (AOAC, 1990).**

Equipos:

Termobalanza Análoga marca Ohaus

Termobalanza Digital marca Ohaus modelo MB45.

- **Proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC.41023, 1990).**

Equipo:

Digestor marca Labconco

Destilador marca Figura modelo DMK-650

Cálculos:

$$\%N = \frac{(ml\ HCl - ml\ blanco) * N * 14.007 * 100}{mg\ muestra}$$

Dónde:

%N= % de Nitrógeno

N= Normalidad del HCl

% Proteína= % N * Factor

Factor = 6.25

- **Fibra bruta por método de Kennedy (Lees, 1989).**

Equipos:

Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

Estufa marca Mapsa modelo HDP-334

Digestor marca Labconco modelo 30001

Bomba de vacío marca Siemens tipo 1RF3 052-4YC31

Cálculos:

$$\%Fibra = \frac{p1 - p2}{p3} * 100$$

Dónde:

P1= Peso del crisol con residuo seco (g).

P2= Peso del crisol con la ceniza (g).

P3= Peso de la muestra (g).

- **Lípidos por método de Extracto etéreo Soxhlet (Lees, 1989).**

Equipo:

Destilador para Soxhlet marca Electrothermal modelo MK1

Estufa marca Mapsa modelo HDP-334

Balanza analítica marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1-Ebingen

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

Dónde:

m= peso de la muestra

m₂= Peso del matraz solo

m₁= Peso del matraz con grasa

- **Cenizas por método de Klemm (NMX-F-607-NORMEX-2002).**

Equipos:

Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

Balanza analítica marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1-Ebingen

Cálculos: $\% C = \frac{m_2 - m_1}{p} * 100$

Dónde:

m₂= Peso del crisol con las cenizas (g).

m₁= Peso del crisol vacío (g).

p= Peso de la muestra (g)

- **Carbohidratos por diferencia**

Cálculos: CHOS= 100 - (%Grasa + %Proteínas + %Cenizas + %Humedad + %Fibra)

a) Análisis microbiológico.

A dicha botana horneada a base de haba, quinoa y alga espirulina alta en proteína y fibra también se le realizó un análisis microbiológico, por medio de conteos de mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, el cual se describe a continuación:

Todo el material utilizado durante el análisis microbiológico se esterilizó en una autoclave a $121\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 15 min.

- **Bacterias mesófilas aerobias conteo en placa (NOM-247-SSA1-2008)**

Materiales y equipo: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21 L

Reactivos:

Agar nutritivo- La preparación de este se realizó de acuerdo a las indicaciones del proveedor.

Hidróxido de sodio- para neutralizar la solución de agar nutritivo.

Conteo:

Después de la incubación, contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Calcular la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar.

Cuando dos diluciones están en el intervalo apropiado, determinar la cuenta promedio dada por cada dilución antes de promediar la cuenta de las dos diluciones para obtener la cuenta en placa por gramo o mililitro.

Informe de la prueba:

Reportar como: Unidades formadoras de colonias, UFC/g o ml, de bacterias aerobias en placa.

- **Coliformes conteo en placa (NOM-247-SSA1-2008)**

Materiales y equipos: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21

Reactivos:

Agar MAC CONKEY- Se preparó la muestra de acuerdo a las indicaciones del proveedor.

Hidróxido de sodio- para neutralizar la muestra.

Conteo:

Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características. Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. 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.

Placas que contienen menos de 15 colonias características. Si cada una de las placas tiene menos de 15 colonias características, reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente.

Placas con colonias no características. 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.

Informe de la prueba:

Informar: UFC/g o mL en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24 ± 2h.

En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo, dilución 10-1. En caso de no observar crecimiento en la muestra sin diluir se informa: "no desarrollo de coliformes por ml".

- **Mohos y levaduras conteo por placa (NOM-247_SSA1-2008)**

Materiales y equipos: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21 L.

Reactivos:

Agar papa-dextrosa- Se preparó la muestra según lo indica el proveedor.

Ácido tartárico- Agregar 0.1ml ya estéril para neutralizar la muestra.

Conteo:

Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe.

Multiplicar por el inverso de la dilución.

Informe de la prueba:

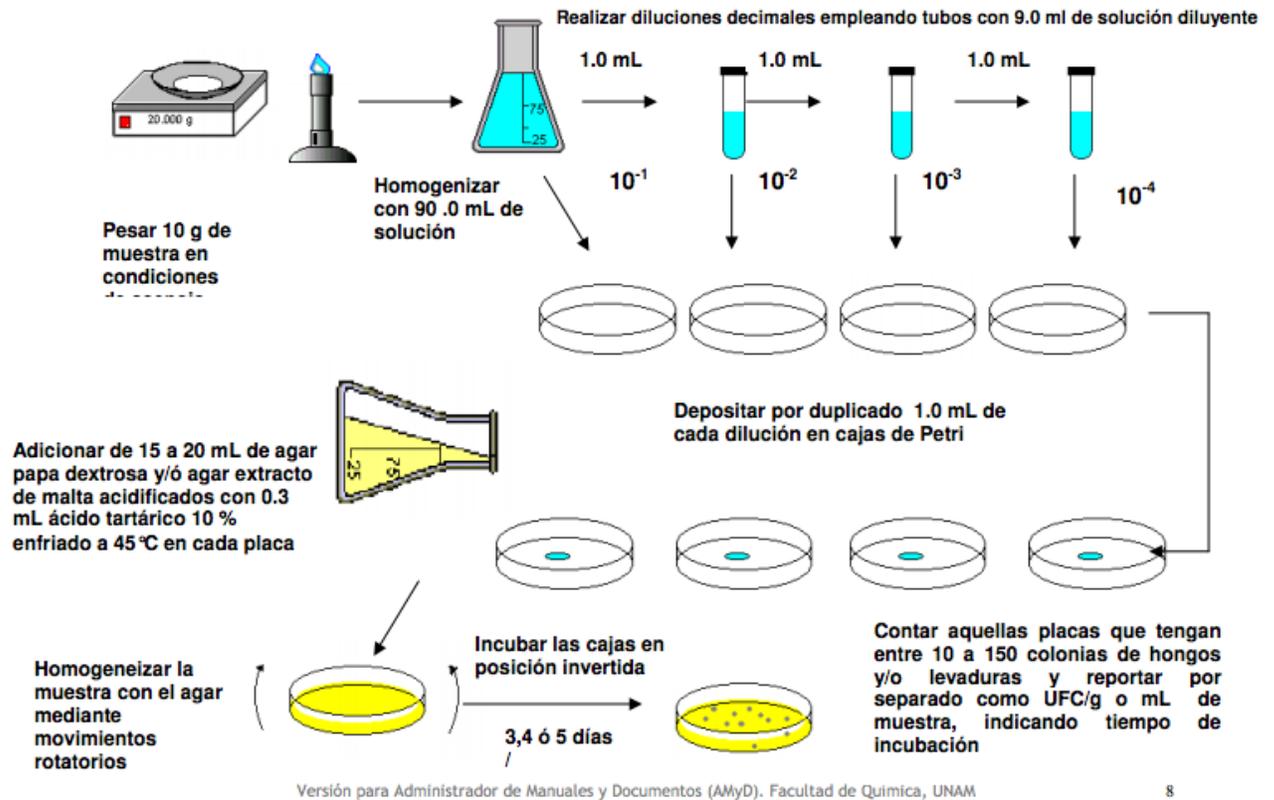
Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de mohos en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25 ± 1 °C durante 5 días.

Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de levaduras en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25 ± 1 °C durante 5 días.

Material y equipo:

- Autoclave para esterilización.
- Matraz de cultivo de 250 ml. Esterilizado
- 7 cajas Petri esterilizadas.
- 3 Tubos de 16 X 150 mm. Esterilizados.
- 3 pipetas graduadas de 1 ml
- 1 pipeta graduada de 10 ml
- 1 mortero con pistilo
- 1 vidrio de reloj

Para llevar a cabo esta técnica se hicieron 3 diluciones (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) y se realizó el procedimiento visualizado en la Figura 10, el cual está descrito en sus respectivas normas mencionadas con anterioridad.



FUENTE: AMyD. Facultad de Química, UNAM.

Figura 10. Proceso de elaboración de cultivos microbiológicos.

1) Análisis Cuantitativo

Para hacer un reporte de la parte cuantitativa de este análisis, se seleccionaron las placas que contenían entre 10 y 150 colonias (representatividad estadística). Posteriormente, contamos las colonias presentes y calculamos el número de hongos y levaduras por separado. De esta manera se puede calcular las unidades formadoras de colonias por gramo o por mililitro dependiendo del estado físico de la muestra analizada. Esto se logró multiplicando el número de UFC encontradas en una caja representativa, por el inverso de la dilución correspondiente a esa caja. En el caso de las placas que contienen menos de 10 colonias (UFC) de hongos y/o levaduras, se debería reportar el número obtenido de UFC

indicando la dilución correspondiente. En el caso de no encontrar colonias características de hongos y/o levaduras, el resultado a reportar es: menos de 10 UFC/g ó bien menos de 10 UFC/ml.

Para cualquiera de los casos citados se reportó el tiempo de incubación en el que se realizó la cuantificación. Para cualquiera de los casos citados se reportó por separado el resultado de la cuantificación de hongos y de levaduras.

Para la determinación de coliformes totales y la determinación de mesófilos aerobios, se aplicó el mismo procedimiento, aunque con diferente medio de cultivo utilizado. Para coliformes totales se utilizó Mac Conkey y para mesófilos aerobios; agar nutritivo.

2.3.5 OBJETIVO PARTICULAR 4. Análisis textural a la botana.

El análisis textural se llevó a cabo en un Texturómetro " Shimadzu" que se observa en la figura 12, la prueba se le realizó a 3 botanas para tener una media y se llevó a cabo de la siguiente manera:

Se encendió el texturómetro accionando el botón localizado en la parte posterior izquierda, posterior a eso, presionas doble clic sobre el ícono del software Exponent 32, el cual abrió el programa con una ventana de dialogo.

Una vez abierto el programa aparece una ventana de dialogo, se da clic en "register later", y nos arrojó otra ventana en la cual se da clic en "ok", para después arrojarnos una ventana en la cual pidió la contraseña (introducimos la contraseña (contraseña: 1234)) y el programa abrió correctamente.

Al iniciar el software aparece una pantalla de guía rápida, ayuda y aplicaciones, donde se dispone de varios contenidos importantes, la cual se puede ver en la Figura 11 y se selecciona la guía de aplicación, para después seleccionar el ícono de "food".

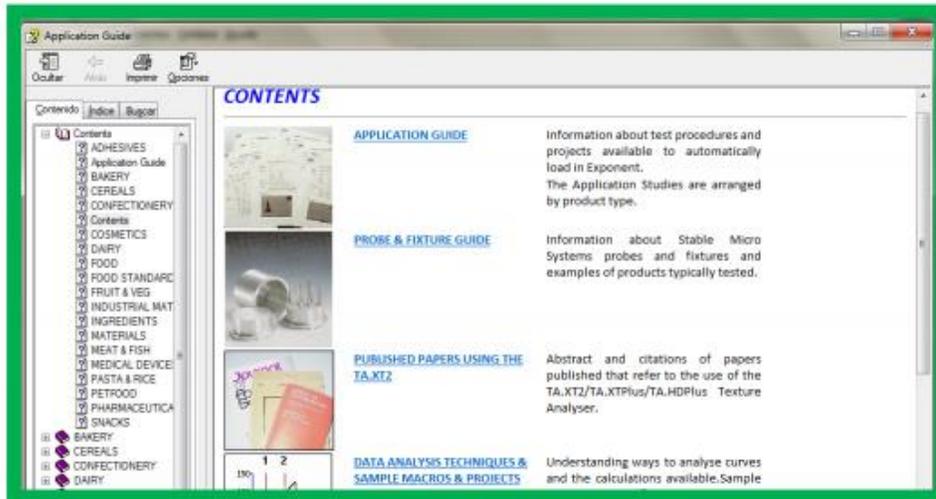


Figura 11. Ventana de software del texturómetro "Shimadzu".

Ya seleccionado el ícono de “food” muestra un catálogo de diferentes contenidos, para ello se tiene que calibrar el equipo antes de seleccionar el método deseado, posteriormente se da clic en el ícono correspondiente para establecer la configuración. La ventana que abre tiene diferentes pestañas:

- Información del archivo: indica el nombre, lote y ruta del archivo del ensayo.
- Selección de sonda: indica que sonda se utilizara en el ensayo.
- Parámetros: información auxiliar que se generara y se asociara con los nuevos ensayos.
- Adquisición de datos: indica que canales de datos definidos por el usuario se capturaran durante el ensayo.
- Pre-ensayo: indica que debería ocurrir antes de ejecutar el ensayo.
- Post-ensayo: indica que debería ocurrir después de ejecutar el ensayo.

Ya realizado los pasos anteriores se da clic en “ok” o “apply”, proseguimos en colocar la muestra que se encontraba bien centrada debajo de la sonda, después presionas en la opción “run a test” para realizar el correspondiente análisis la cual abrió de nuevo la ventana de “test configuration” y se da clic en “run a test”. Para este punto se debe de tener limpia la sonda en cada una de las corridas que se utilizó durante el análisis y se dejó lo más cercano posible la muestra de la sonda.

Ya obtenida la gráfica se selecciona el contenido para después presionar en “run macro” ubicada en la parte superior derecha de la ventana. Así es como se obtiene la tabla de resultados.

Posterior a ella se inserta una gráfica con los resultados obtenidos oprimiendo en “chart”, “chart wizard”. Se necesita dar clic en la palabra “next” para seleccionar el estilo deseado de la gráfica añadiendo título a la gráfica, así como también se debe escribir el título en los ejes correspondientes.

Como último paso se da clic en el botón de “Finalizar”.



Figura12. Texturómetro " Shimadzu".

2.3.7 Objetivo Particular 6. Envase y Etiqueta.

Los materiales para envasado alimentario deberán cumplir ciertas características y debe proteger al alimento de influencias que rebajen su calidad, de descomposiciones prematuras y mermas de peso entre su producción y el consumidor, durante el transporte, depósito y salida al mercado.

El empaque se seleccionó de acuerdo a estas características de la Norma Oficial Mexicana NOM-216-SSA1-2002 y se diseñó la etiqueta con base en los requerimientos de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

Capítulo 3. Resultados y análisis.

3.1 Actividades preliminares

a) Pretratamiento al alga espirulina.

El tratamiento al alga espirulina para extraerle el color (clorofila) resultó ser satisfactorio, aunque en la materia prima al momento de realizarlo no hay cambio visual, el cambio se hace notar en la pigmentación del producto final que se observa en la figura 14.

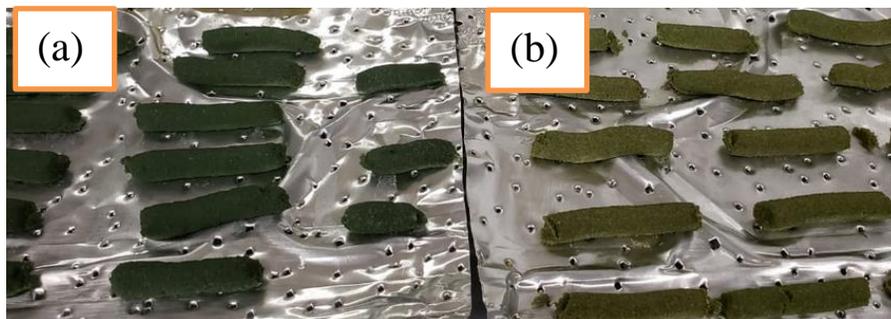


Figura 14. Producto terminado con tratamiento (a) y sin tratamiento (b) al alga espirulina.

b) Estandarización de proceso.

De acuerdo a los diagramas de proceso mencionados en el capítulo anterior en la figura 4 se obtuvo con éxito la materia principal que es el haba y por consiguiente la botana elaborada con la misma, en cada proceso se cuidó cada uno de los parámetros para que no afectara o se viera un cambio considerable al final de la experimentación. Por otro lado, la limpieza también fue un factor muy importante que se consideró en la experimentación, ya que dicho resultado se verá reflejado en las pruebas microbiológicas realizadas al producto final.

Dicho diagrama de proceso termina en la obtención de haba lista para procesarse y que fue utilizada para la elaboración de la botana. Para la elaboración de la botana se ocupó un diagrama más de proceso que se observó en la figura 7, que lo acompaña una estandarización de zona de horneado dentro del horno de secado, que al igual que al diagrama anterior se estandarizó cada uno de los factores incluyentes en cada etapa, resultando así una botana que cumple con los parámetros deseados.

c) Estandarización de zona de horneado dentro del horno de secado

Se encontró que hay diferencias de temperatura dentro del horno de secado y la manera de hornear cambia según sea la posición donde se encuentre la muestra. De acuerdo a las condiciones de horneado para la botana la estufa deberá estar precalentada de 90 a 110°C, por lo cual la mejor zona para trabajar se encontró que es la parte media del horno por la parte de atrás aporta las condiciones más favorables para la botana mostradas en la figura 5. En segundo lugar, se encuentra la parte superior del horno, que, aunque calienta a mayor temperatura solo se disminuye el tiempo de horneado, 2 y 3 horas, respectivamente. Al finalizar el tiempo de secado, se sacará la botana y se dejará reposar por 15 minutos a temperatura ambiente en la charola, después serán almacenados en una bolsa de plástico para su uso posterior. Se realizó una prueba de humedad por termobalanza, ésta se realizó con la botana pulverizada y así se observó si ésta cumple con el % de humedad que dicta la norma NOM-216-SSA1-2002 y así confirmar que el tiempo de secado es el adecuado.

d) Rendimiento total de los sólidos granulares de haba.

A partir de la elaboración de los sólidos granulares de haba se obtuvo la tabla 11.

Tabla 11. Rendimiento de los sólidos granulares del haba.

PESO INICIAL (kg)	HABA A DIVERSAS CONDICIONES	PESO REAL OBTENIDO (kg)
1	Haba fresca con cáscara y vaina	1
	Haba fresca con cáscara sin vaina y remojada 6 hrs.	0.492
	Haba cocida sin vaina y con cáscara.	0.497
	Haba cocida sin vaina y sin cáscara.	0.341
	Haba seca molida.	0.0895

Se observó que con un kilogramo de haba fresca con cáscara y vaina se obtiene menos del diez porciento de sólidos granulares con respecto al peso original, que, de acuerdo con la cantidad requerida en la formulación, alcanzara para realizar 4.47 kg de botana.

Dicho rendimiento es bajo, ya que la vaina y la cáscara ocupan el mayor porcentaje de volumen del haba.

e) Pruebas químicas a materia prima.

En la tabla 12 se muestran la comparación de los resultados obtenidos experimentalmente con los datos bibliográficos.

Tabla 12. Comparación de datos experimentales con datos bibliográficos para los sólidos granulares de haba, quinoa y alga espirulina.

Muestra		Dato experimental	Dato bibliográfico	X	C.V (%)	D.E (%)
		(g)	(g)			
Alga espirulina	Proteína	69.0643	65/100	68.9180	.3001	.02068
		68.7718				
Solidos granulares de haba	Proteína	35.2343	23.6/100	36.6684	5.5309	2.0281
		38.1025				
	Fibra	3.12	3.3/100	3.09	1.3721	0.0424
		3.06				
Humedad	5.20	4.47	-	-	-	
Solidos granulares de quinoa	Fibra	3.7	6/100	4.15	6.1325	0.2545
		4.6				
Lípidos	7.3600	7 /100	7.2957	1.2600	0.0909	
	7.2314					

Al observar los datos obtenidos experimentalmente y compararlos con los datos bibliográficos que fueron obtenidos de la etiqueta del mismo producto, se analiza que se realizó una correcta experimentación, tomando en cuenta que hubo un buen manejo de la materia prima, así como de la correcta determinación de cada una de sus técnicas.

El único dato que resulto ser bajo en comparación con el dato bibliográfico obtenido del empaque del producto terminado, fue la fibra de la quinoa ya procesada.

3.2 OBJETIVO PARTICULAR 1. Estudio de mercado

En las siguientes gráficas se presentan los resultados de la encuesta realizada a 97 personas de 16 a 65 años, de cualquier sexo y estatus social.

La Figura 15 nos dice que la mayoría de las personas conocen como única botana las papas fritas y en segundo lugar los chicharrones, esto quiere decir que nuestra botana podría entrar en el mercado como competencia

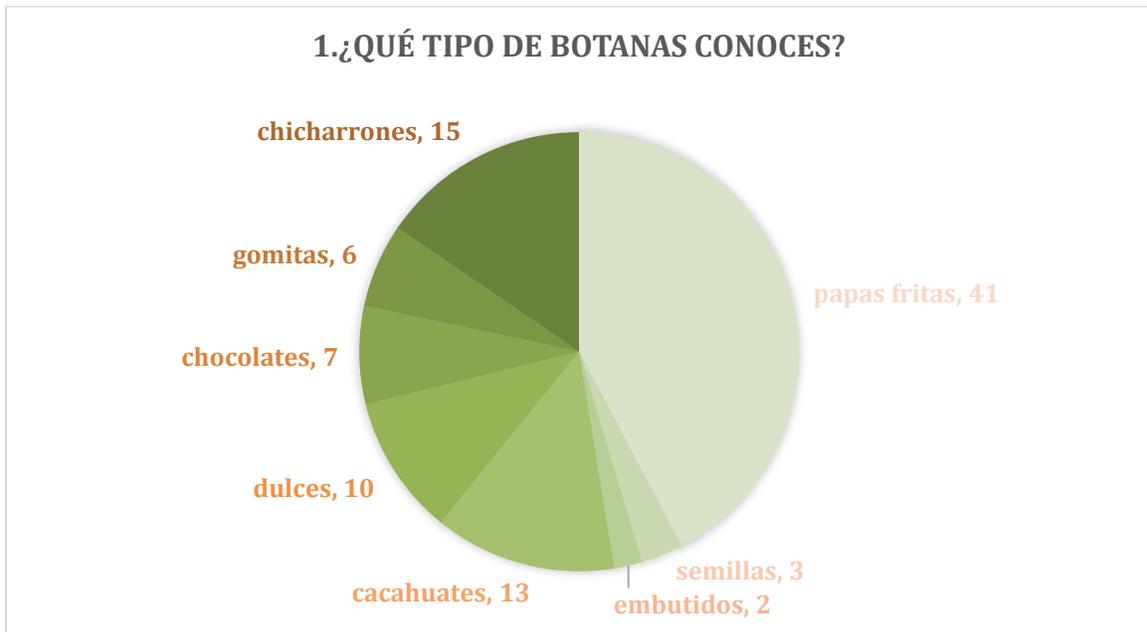


Figura 15. Tipo de botanas que conoce el consumidor.

En la figura 16 se presenta que el 94.97% de las personas son consumidoras de botanas, por lo tanto, esto nos deja un amplio mercado para introducir nuestro producto.

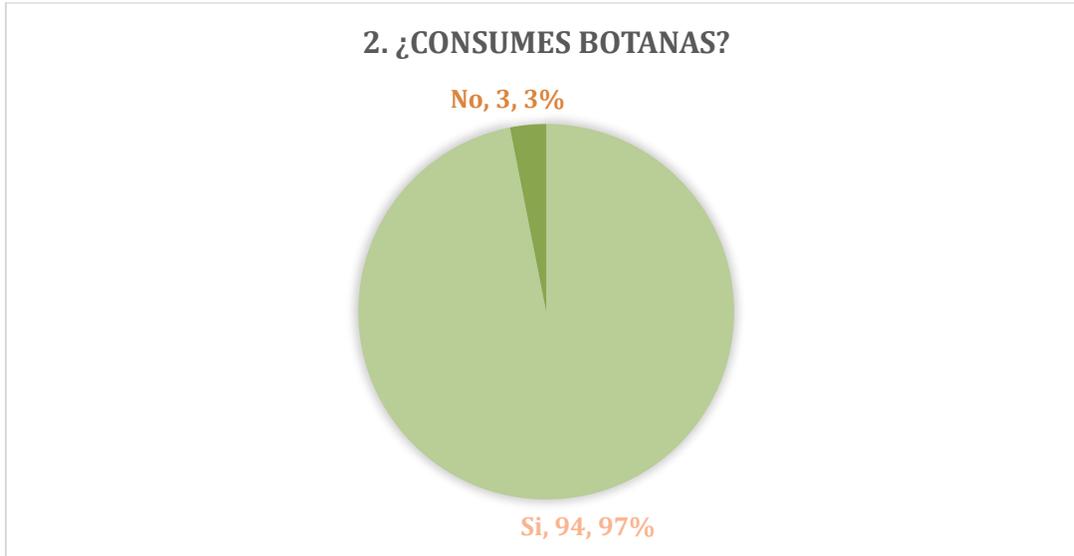


Figura 16. Consumo de botana por parte del consumidor.

En la Figura 17 observamos que el 34%, siendo la mayoría, consumen botanas 1 vez a la semana, y 31% consumen entre 2 y 3 veces por semana. Esto una vez más, favorece la entrada de nuestro producto al mercado, ya que existe el consumo de botanas.

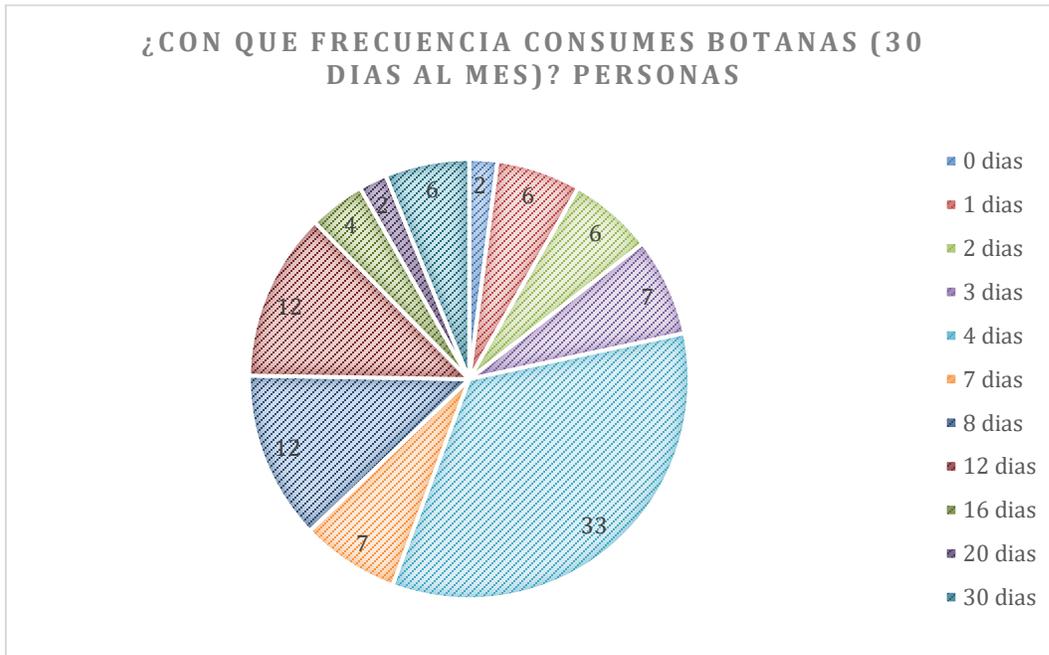


Figura 17. Frecuencia de consumo de botanas por parte del consumidor.

A pesar de que el 44.45% de la población no conoce otros tipos de botana, el 53.5% siendo la mayoría, esta consiente de que una botana puede no estar formada de maíz, lo cual es un punto a favor de nuestra botana de haba para la aceptación del público.

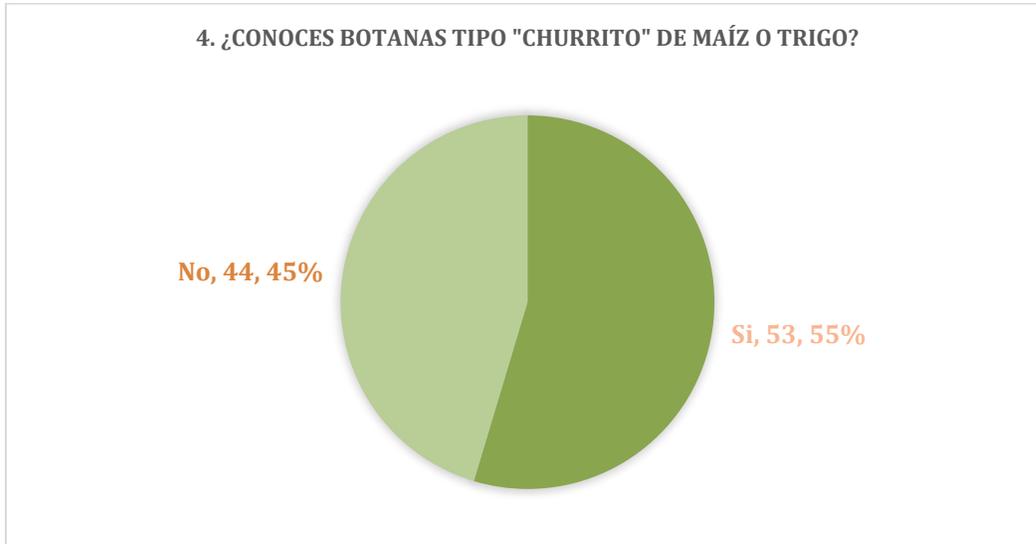


Figura 18. Conocimiento de botana tipo "churrito" por parte del consumidor.

Y como observamos en la figura 19, aunque no todas las personas conozcan botanas sin maíz la mayoría, siendo un 89.92%, si consumiría una. Una vez más es un punto bueno a favor de la botana de haba y quinoa con alga espirulina.

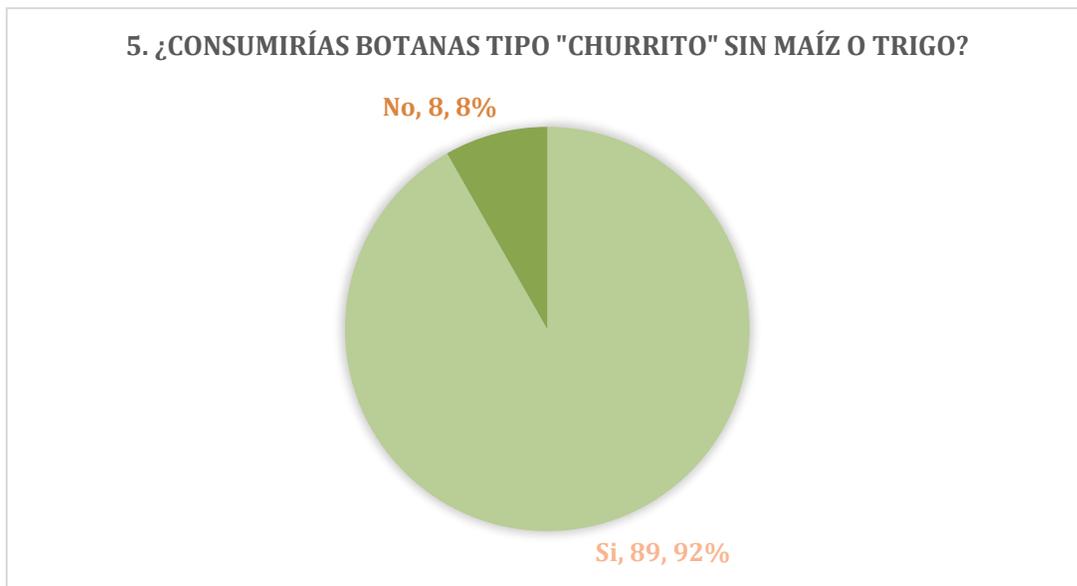


Figura 19. Consumo de botana de maíz o trigo por parte del consumidor.

Para la pregunta 6 se les coloco una descripción de lo que es un alimento funcional, ya con su significado, observamos que el 96% de las personas consumiría una botana con ingredientes funcionales.

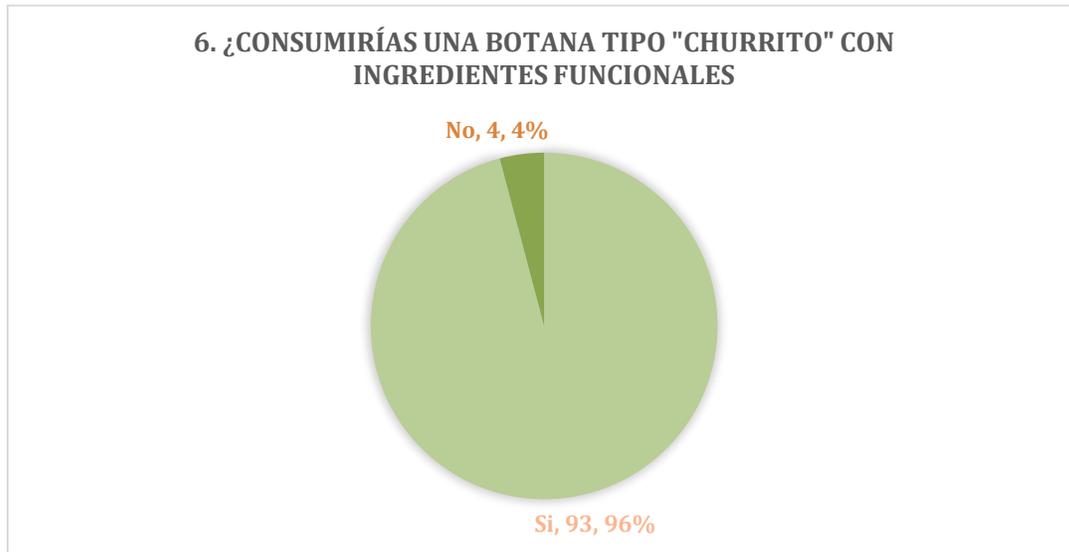


Figura 20. Consumo de botana con ingredientes funcionales por parte del consumidor.

Para la pregunta 7 se englobaron algunas respuestas en el apartado de otros, ya que fueron muy variadas, se observa que la mayoría pide un mayor contenido de proteína en las botanas, seguido de vitaminas y fibra. Entonces nuestra botana cumplirá con las expectativas del consumidor.

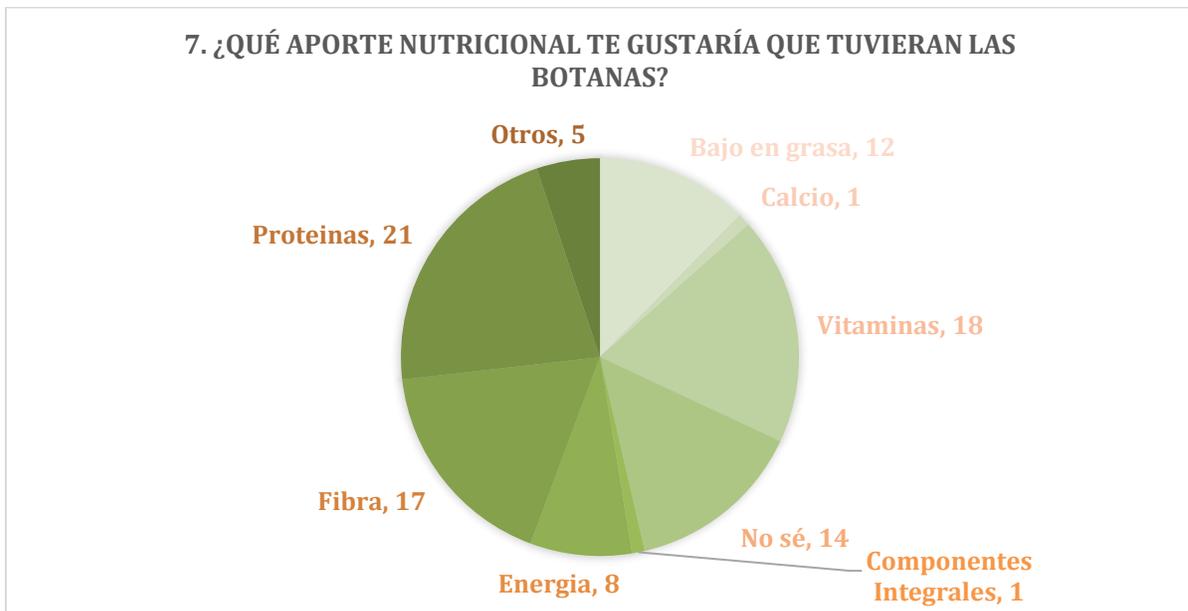


Figura 21. Aporte nutricional que prefiere el consumidor en la botana.

En la figura 22 observamos que el 65.67% de los encuestados no conoce el alga espirulina, este sería un factor para no comprar el producto ya que no conocen sus ingredientes

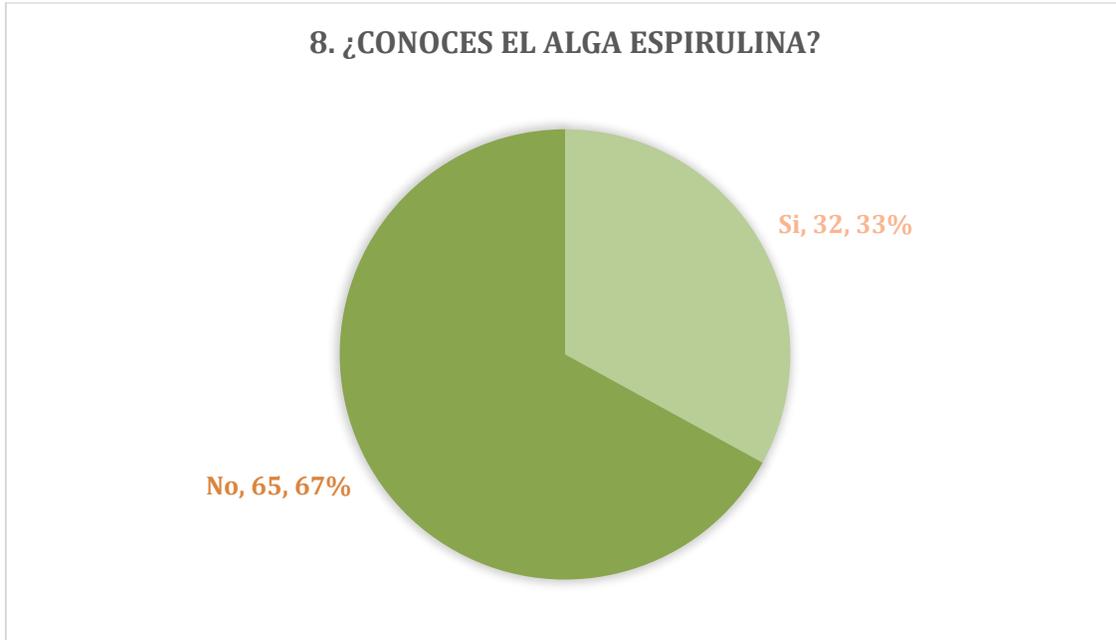


Figura 22. Conocimiento del alga espirulina por parte del consumidor.

Como observamos el 86.89% de los encuestados no ha probado una botana de haba. Esto nos indica que nuestro producto es innovador dentro del mercado.

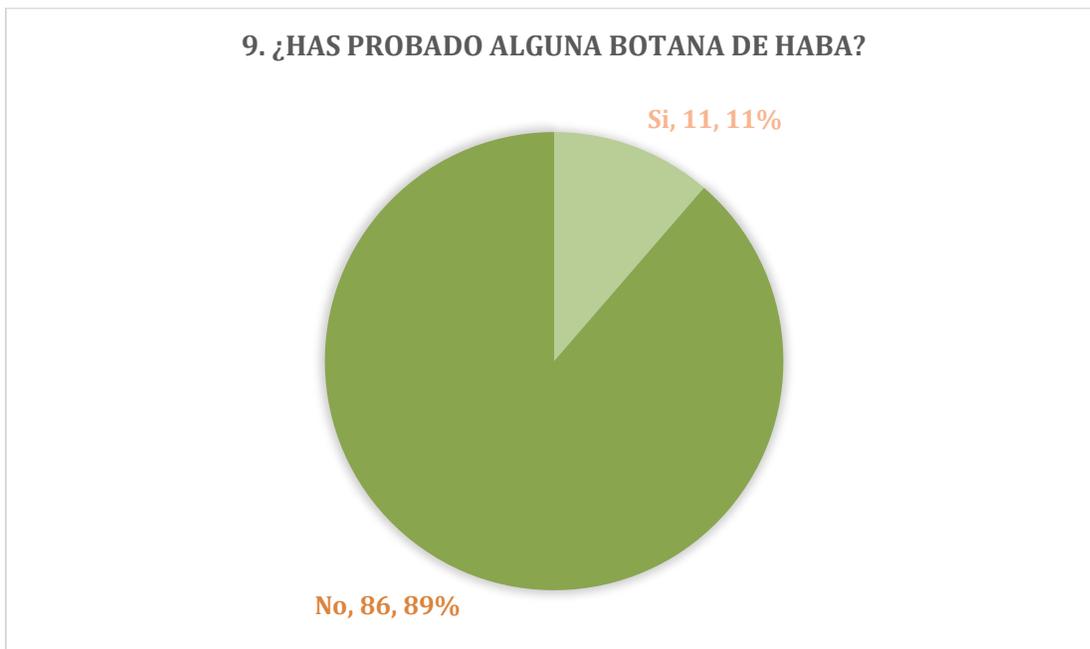


Figura 23. Conocimiento de botana de haba por parte del consumidor.

La información de la figura anterior se corrobora con la figura 24, ya que el 80% de los encuestados no han probado una botana de quinoa y menos con la combinación de nuestra botana, siendo un producto innovador en el mercado.

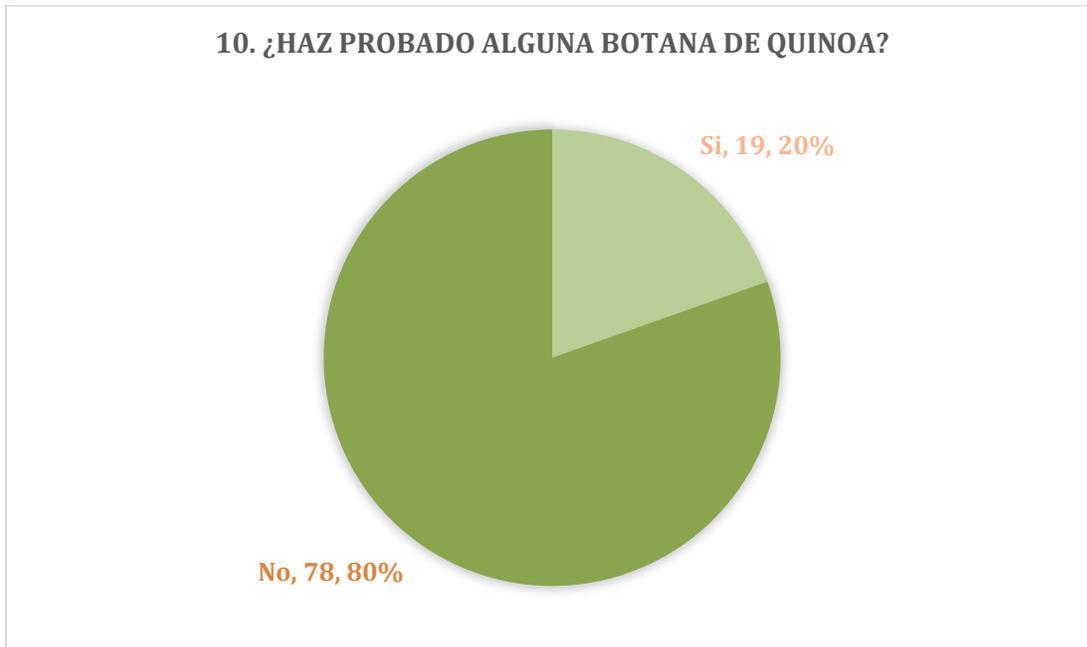


Figura 24. Conocimiento de botana de quinoa por parte del consumidor.

La respuesta de los consumidores hacia la compra de nuestro producto es favorable ya que casi el 88.91% de los encuestados, si comprarían la botana.

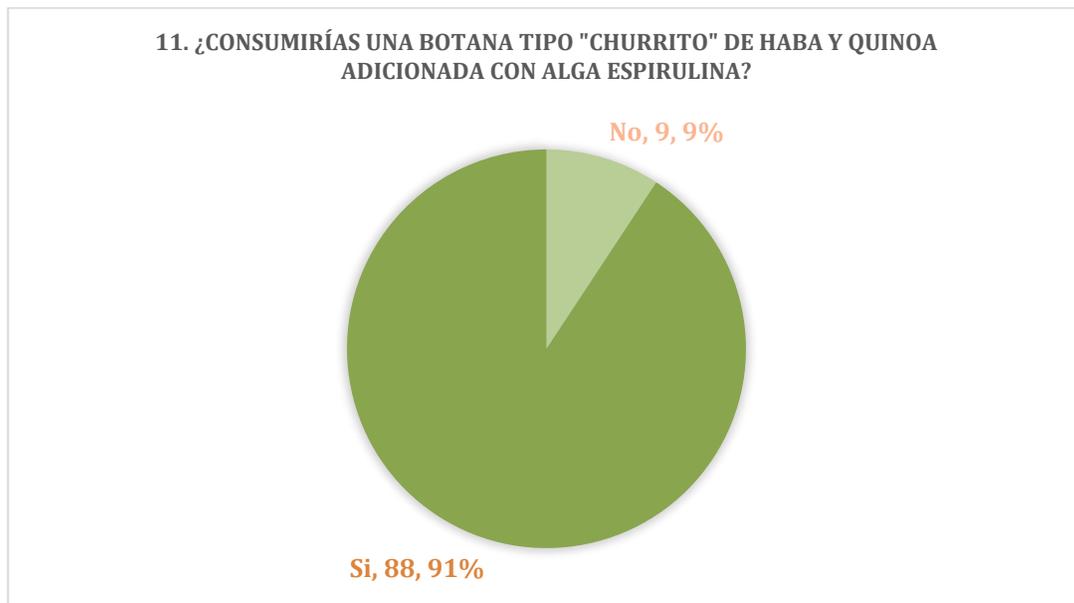


Figura 25. Consumo de una botana tipo "churrito" elaborada con haba y quinoa, adicionada con alga espirulina.

Respecto a la pregunta 12 podemos observar en las figuras 26 y 27 que el tamaño de la porción de la bolsa a las personas les gustaría que fuera de 150 g y aunque hay personas que pagarían hasta 50 pesos, la mayoría pagaría 15 por este tamaño de bolsa.

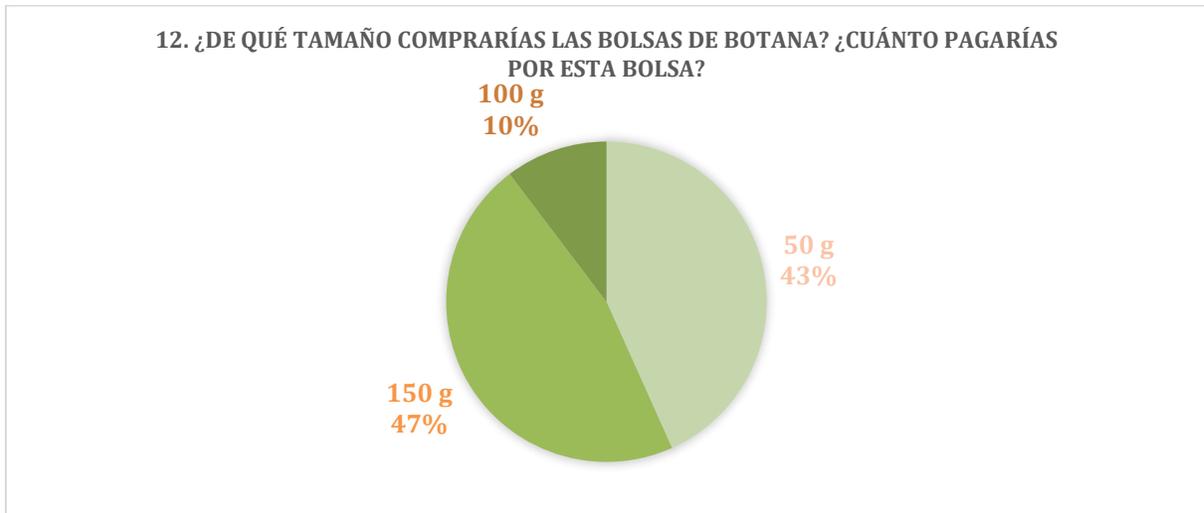


Figura 26. Preferencia de tamaño y precio de una botana por parte del consumidor.

En la figura 27 se muestran los resultados de un costo estimado sobre el costo que el consumidor estaría dispuesto a pagar por la bolsa anteriormente seleccionada.

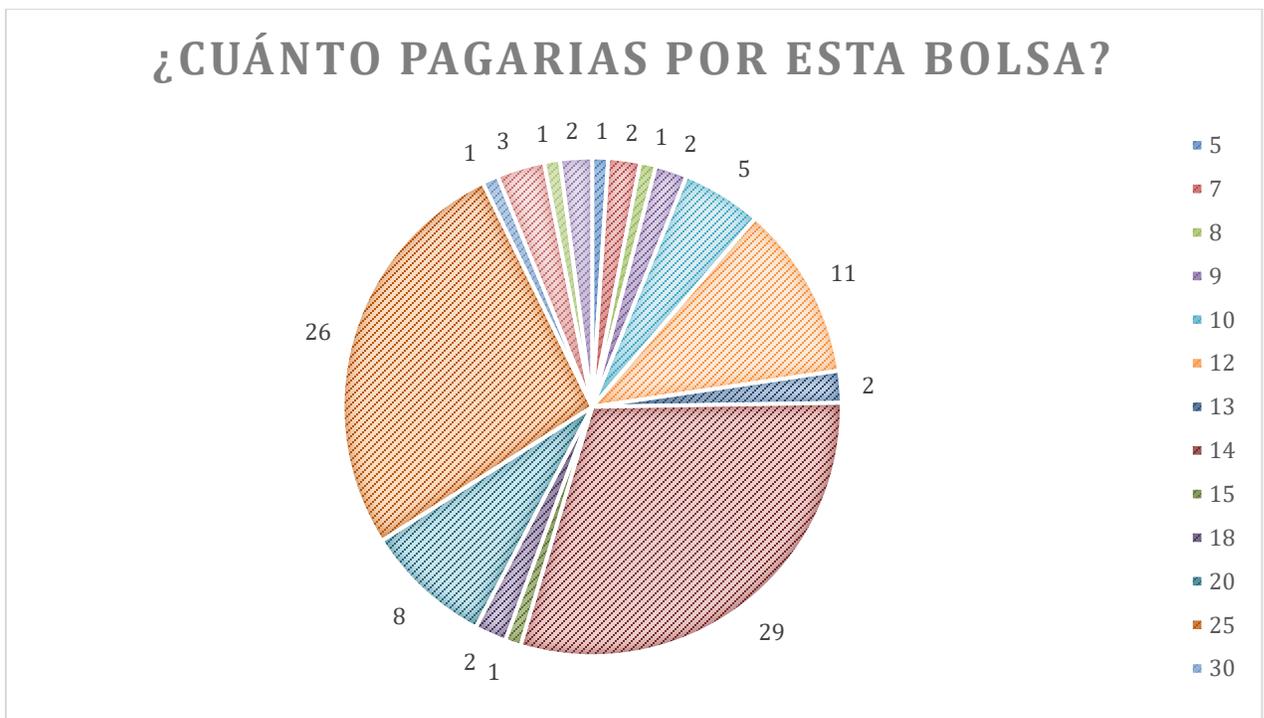


Figura 27. Elección de precio para la bolsa por parte del consumidor.

En la Figura 28 se presentan los costos por una bolsa de botana de 150 g. Una vez más podemos comprobar que el precio que el consumidor espera pagar por nuestro producto es alrededor de \$15 pesos lo cual no sería viable económicamente.

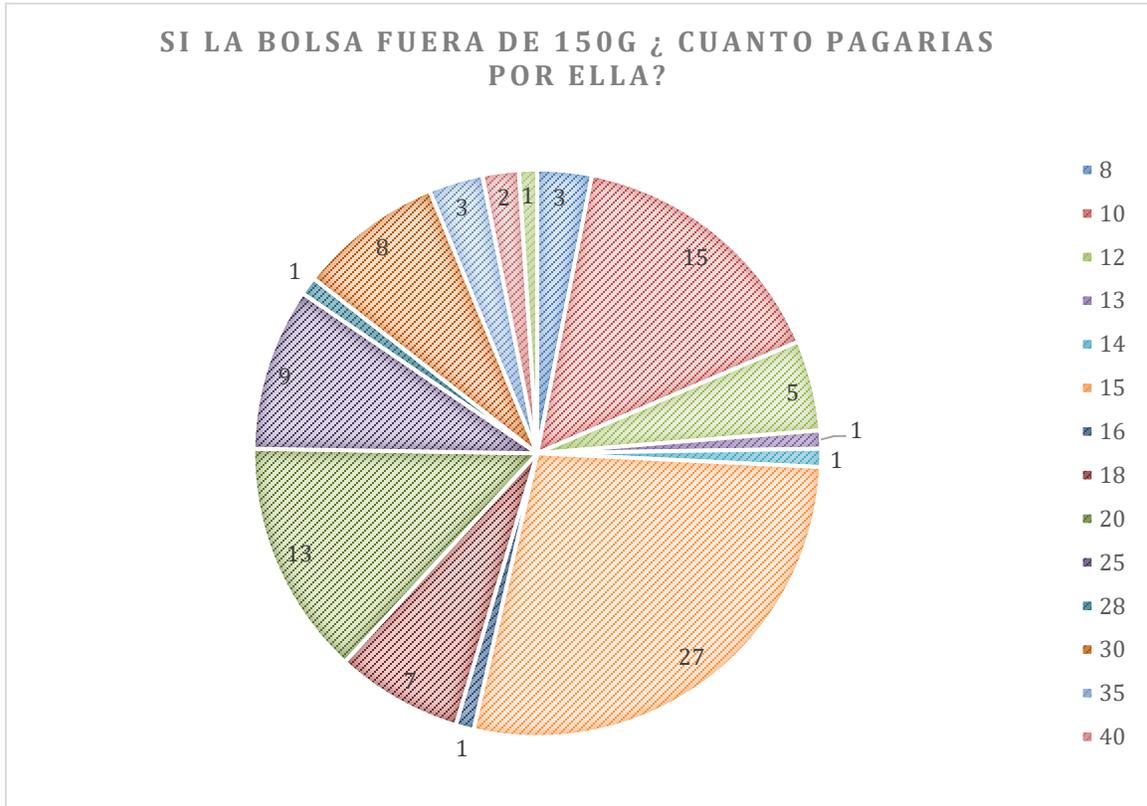


Figura 28. Elección de precio para bolsa de 150g por parte del consumidor.

Por último, preguntamos su sexo y edad para conocer a la población encuestada. Siendo nuestra población de encuestados un 66% de mujeres y un 34% de hombres y de estos, 66% mujeres y un 66% de las personas entre 21 y 30 años.

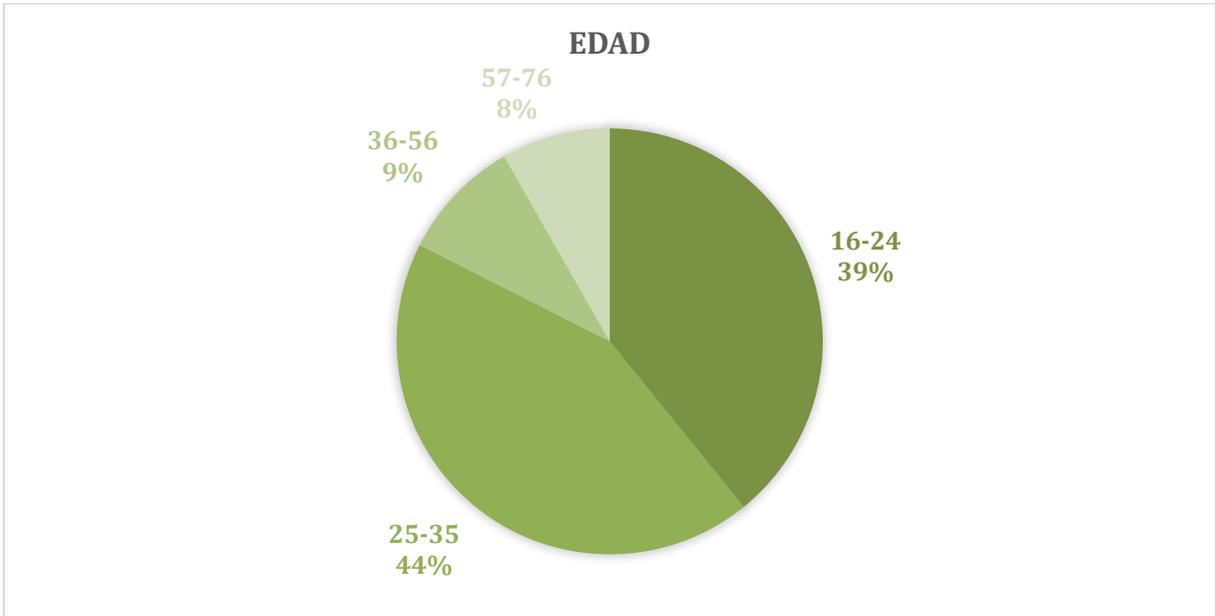


Figura 29. Edad del consumidor.

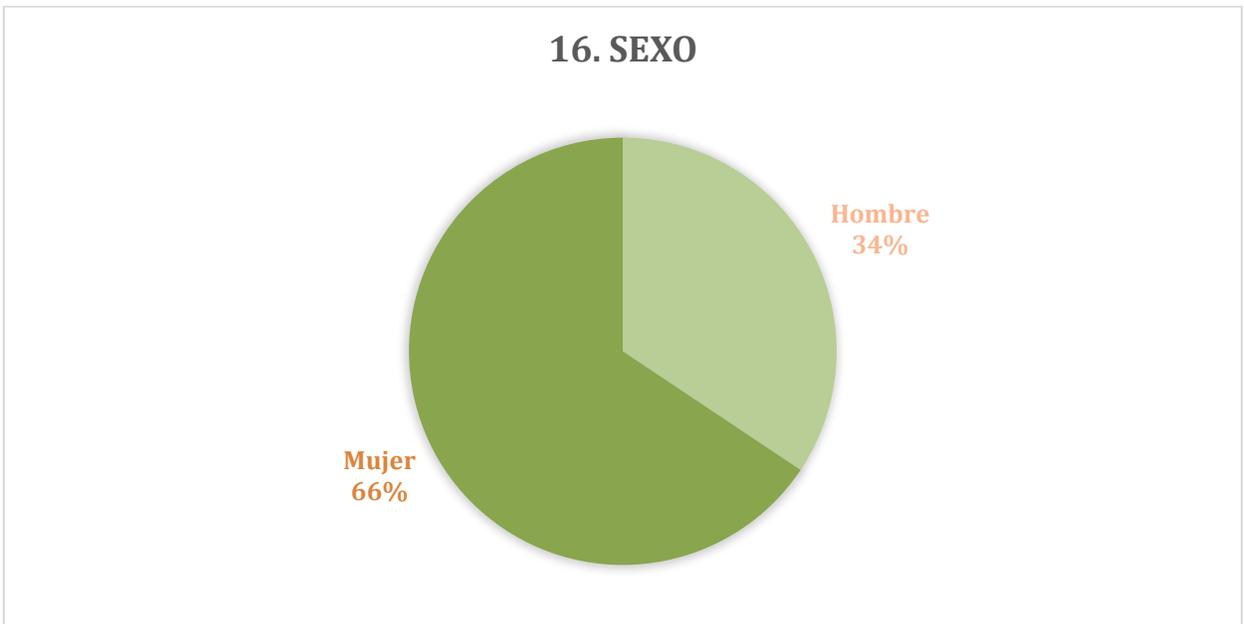


Figura 30. Sexo del consumidor.

3.3 OBJETIVO PARTICULAR 2. Desarrollo y selección de prototipo.

Con base en el estadístico aplicado en la evaluación sensorial, se muestra en las figuras 32 a 36 la formulación del prototipo seleccionado por los jueces semi entrenados, la cual resultó con mayor porcentaje de quinoa, debido a que este le confiere una mejor textura a la botana por sus características funcionales. En cuanto al sabor de los ingredientes como la sal, aceite, agua y maltodextrina, las cuales se mantuvieron como constantes, son los encargados de mejorar esta característica. A demás de que la maltodextrina funge como conservante que ayuda a aumentar la vida útil, el aceite evita la pérdida de agua y el conjunto de dichos ingredientes ayuda a obtener una botana de consistencia firme y suave al morderse; por lo que el producto tendrá aceptación de los consumidores hacia las propiedades del producto al insertarlo en el mercado.

Teniendo la formulación base estandarizada se procedió a elegir el diseño experimental 3X2 obteniendo un total de 6 tratamiento que posteriormente Se sometió a una prueba de preferencia, siendo el prototipo de mayor aceptación el que contenía mayor porcentaje de quinoa y menor porcentaje de haba, con tratamiento, es decir, la formulación 3, que se observa en la figura 31.



Figura 31. Formulación 3. 11.25% haba – 37.75% quinoa.

a) Análisis sensorial de aceptación

El análisis sensorial se realizó a 30 personas.

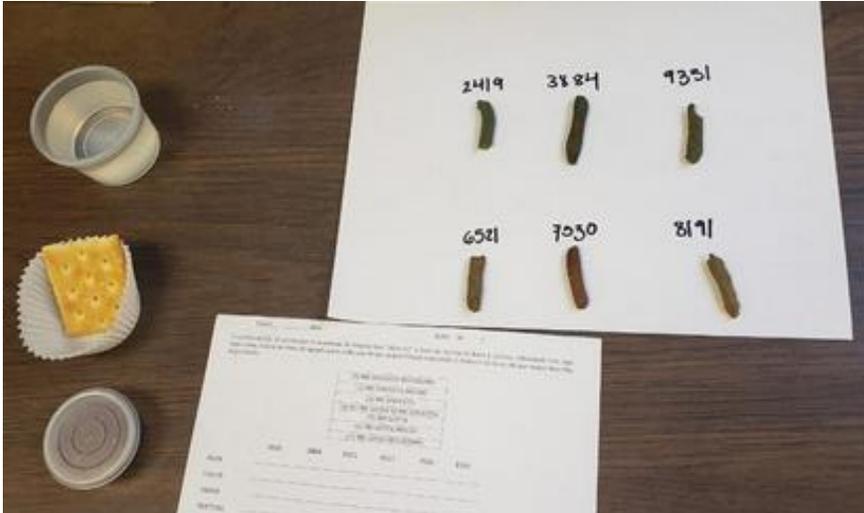


Figura 32. Preparación del análisis sensorial

Los datos se analizaron mediante el programa estadístico R, donde después de aplicarle un tratamiento estadístico se obtuvieron las siguientes gráficas:

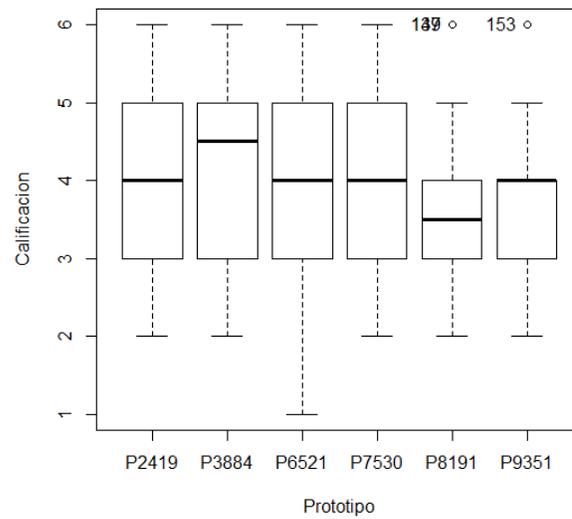


Figura 33. Gráfica de caja para color.

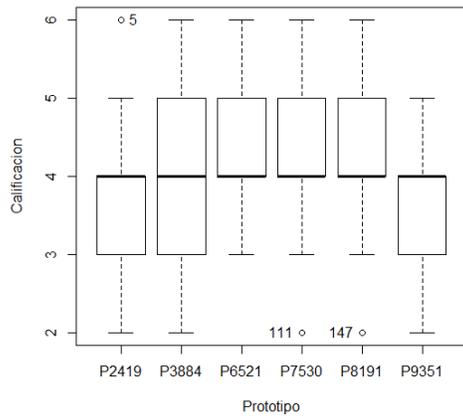


Figura 34. Gráfica de caja para olor.

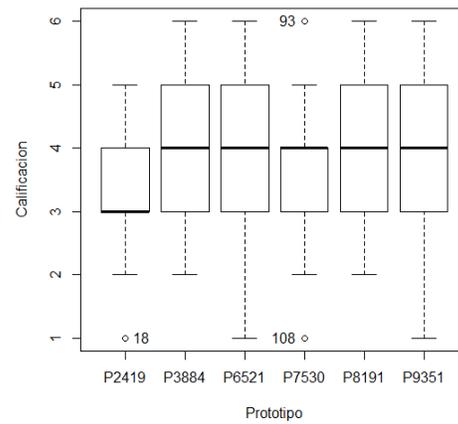


Figura 35. Gráfica de caja para sabor.

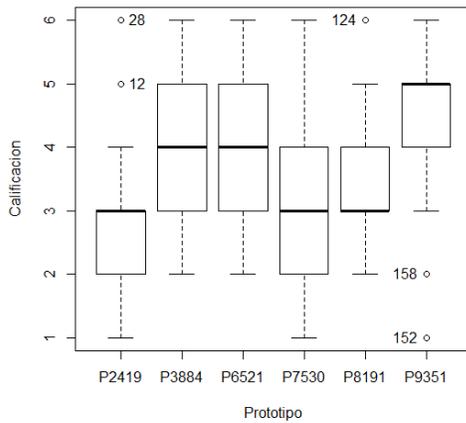


Figura 36 Gráfica de caja para textura.

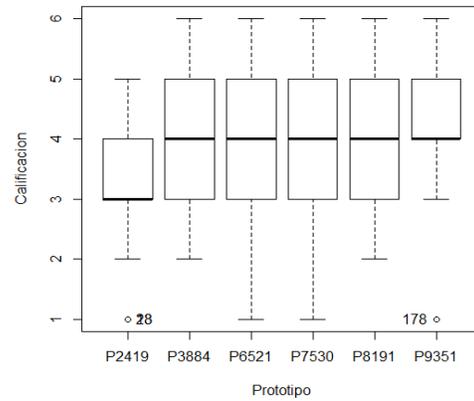


Figura 37. Gráfica de caja para valores en general.

En dichas gráficas se puede observar que la mayor parte de dispersión total de datos coinciden entre sí mismas en el rango de 3-4, es decir, arriba de la mediana significando así un nivel aceptable de las propiedades organolépticas; pocos fueron los datos que llegaron al punto 1, siendo 6 el punto de mayor agrado y 1 el de menor.

Se observa en la figura 36 que para dicho prototipo la gráfica de textura fue la única propiedad organoléptica que alcanzó un nivel mayor, corroborando que la elección y

desarrollo de formulación fue satisfactoria a nivel experimental, logrando el objetivo de elaborar una botana de consistencia firme, buen olor, sabor y color.

Siendo el sabor una de las propiedades de mayor importancia, en todos los prototipos coincidió el rango de agrado, así como de manera general para cada uno de los prototipos mostrados. Pero de acuerdo al análisis de aceptación se confirmó que el prototipo “P9351”, fue el de mayor agrado en las condiciones generales.

3.4 OBJETIVO PARTICULAR 3. Determinación de AQP y análisis microbiológico.

Una vez obtenida la formulación adecuada para la elaboración aceptable de la botana se determinó un AQP, dichos resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados de AQP para producto final.

Muestra	Parámetro	X (%)	C.V (%)	D.E (%)
Botana	Proteína	11.0961	2.17	0.2414
	Fibra	26.52	3.4125	0.9050
	Lípidos	8.805	3.2926	0.2899
	Humedad	8.59	-----	-----
	Cenizas	0.064	32.968	0.0211
	Carbohidratos	44.9249	-----	-----

De acuerdo a las directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables del *Codex Alimentarius*, un alimento con contenido alto en fibra es aquel que tenga 6 g por 100 g, para que un alimento sea considerado fuente de proteína requiere un mínimo de 12/100 g, por lo tanto, la botana cumple con dichos criterios y se considera un alimento

alto en fibra y fuente de proteína. También declara como "fuente de lípidos" si contiene al menos 5 gramos de lípidos por 100 gramos de alimento.

Además, basándose en la cantidad de carbohidratos obtenida, la botana es una fuente de energía.

a) Análisis microbiológico

En la Figura 38 se muestra la prueba microbiológica de mesófilos.

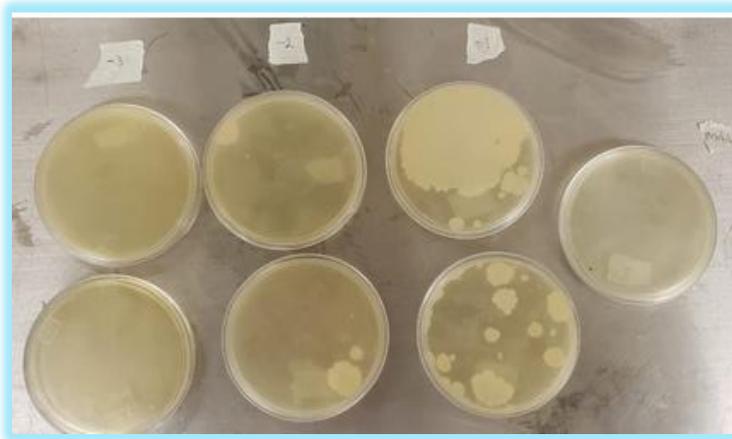


Figura 38. Prueba microbiológica de mesófilos

En la Figura 39 se muestra la prueba microbiológica de mohos y levaduras.

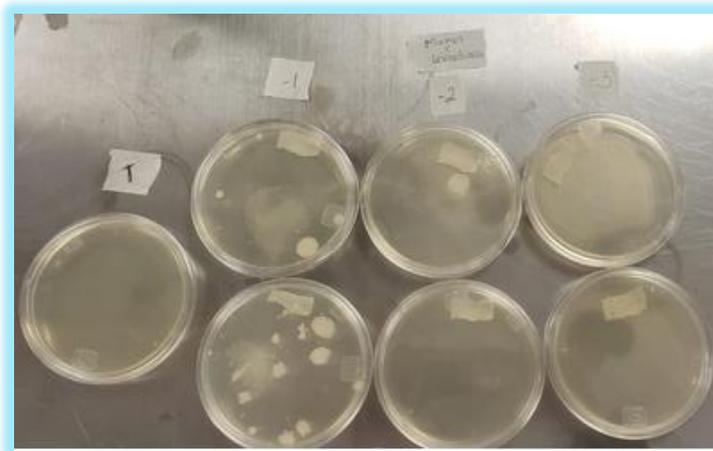


Figura 39. Prueba microbiológica de Mohos y Levaduras

En la Figura 40 se muestra la prueba microbiológica de coliformes.



Figura 40. Prueba microbiológica de Coliformes

Para el conteo de mesófilos se basa en la disolución a la -2 donde observamos en la imagen 41 que tenemos crecimiento de 11 colonias, por lo tanto, es aceptable, ya que el límite máximo permisible es de 100 colonias por placa.

$$ufc = \#Colonias * 1ml * inverso \ de \ la \ dilución$$

$$ufc = 1.1 \times 10^{-3} \text{ u.f.c/}$$

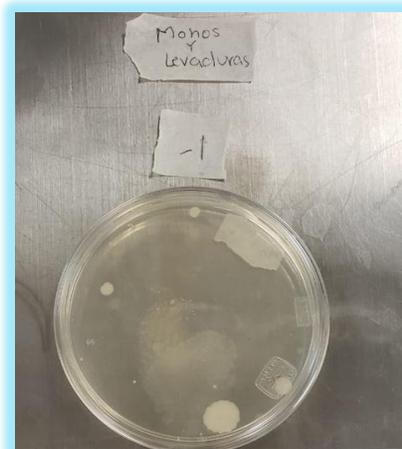


Figura 41 Prueba microbiológica de mesófilos dilución 2

Para el conteo de mohos y levaduras nos basaremos en la dilución a la -1 donde observamos en la figura 42 que tenemos crecimiento de 8 colonias unidades formadoras de colonias por

gramo o mililitro (UFC/g o ml) de levaduras en agar papa-dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días, por lo tanto, es aceptable, ya que el límite máximo permisible es de 100 colonias por placa.

$$ufc = \#Colonias * 1ml * inverso de la dilución.$$

$$ufc = 8 \times 10^{-1} \text{ u.f.c. / ml}$$



Figura 42. Prueba microbiológica de mohos y levaduras dilución 1

Para el conteo de coliformes nos basaremos en la dilución la -1 donde observamos en la figura 43 que no tenemos crecimiento de colonias, por lo tanto, nuestro producto está libre de coliformes que son indicadores de contaminación fecal.

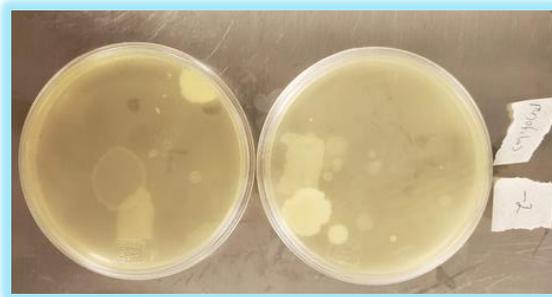


Figura 43. Prueba microbiológica de coliformes dilución 1

3.5 Objetivo particular 4. Análisis textural.

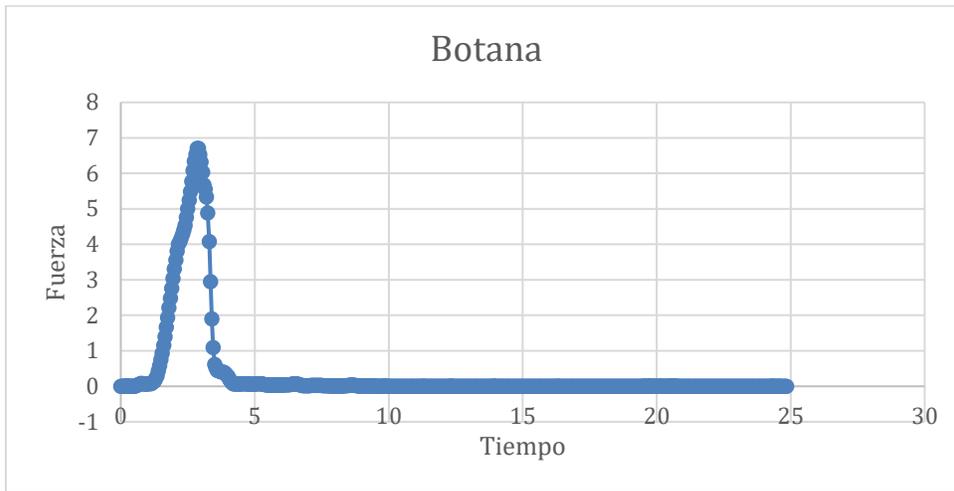


Figura 44. Gráfica textural para la botana de haba, quinoa y alga espirulina.

La figura 44 muestra la gráfica representativa de los resultados obtenidos en el texturómetro “Shimadzu”, donde el punto más alto de fuerza representa la dureza de la botana y se atribuye al porcentaje de los sólidos granulares contenidos en la botana; esta formulación tiene mayor contenido de quinoa.

Estos resultados fueron logrados ya que en el momento del amasado se genera el suficiente aire para generar dichas condiciones además gracias al 2.25% de aceite añadido en la formulación, este le aporta cohesividad, suavidad y flexibilidad a la masa y de acuerdo al tipo de tratamiento térmico empleado, que fue un horneado, influyó para que el aire contenido en los alveolos generados en el amasado, se expandan, que de igual manera, las proteínas presentes actúan en conjunto al porcentaje de aceite creando una red proteica compleja y extensa dando como resultado en el producto final una consistencia firme y crocante.

3.6 OBJETIVO PARTICULAR 5. Análisis comparativo

Se les colocó nuevos nombres a los prototipos siendo la botana elaborada a base de haba y quínoa adicionado con alga espirulina el número S963 y la botana elaborada con haba y trigo el S741, y se realizó el mismo proceso del análisis sensorial pasado con 30 jueces, con ayuda de una prueba de aceptación y una prueba de preferencia, donde los valores del eje de las “X” se muestran en la figura 31.

Los resultados fueron los siguientes:



Figura 45. Gráfica de escala de olor comparativa

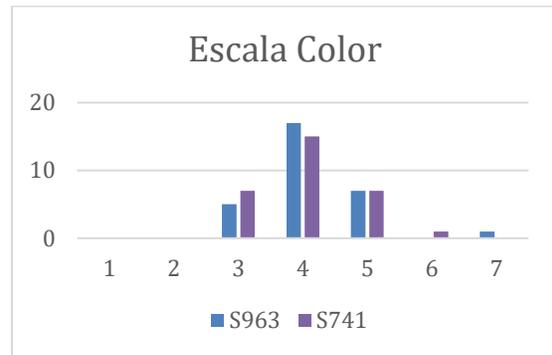


Figura 46. Gráfica de escala de color comparativa.

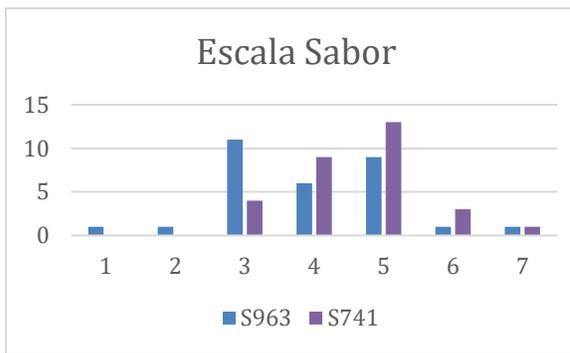


Figura 47. Gráfica de escala de sabor comparativa.



Figura 48. Gráfica de escala de textura comparativa.

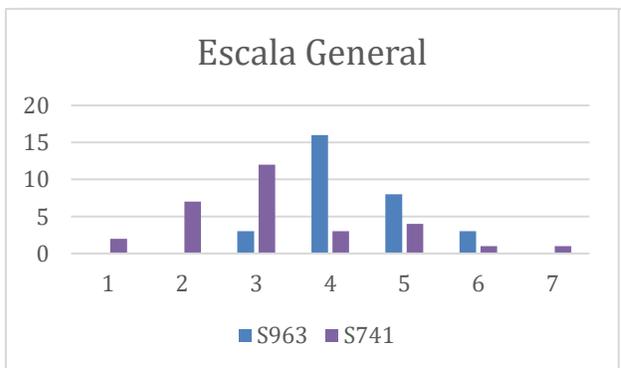


Figura 49. Gráfica de escala con valores en general de los dos prototipos.

Como se observa en las gráficas 45 y 46, a pesar de que en el sabor y olor ha sido mayor la preferencia la de la botana con trigo, la botana “S963” elaborada a base de haba y de quinoa adicionado con alga espirulina obtuvo, de acuerdo a los jueces, una mejor respuesta en comparación a la botana “S741”, que se observa en la figura 49.

3.7 OBJETIVO PARTICULAR 6. Envase y etiqueta

Se buscó un producto limpio en su diseño y de detalles sofisticados que representen la esencia del producto, gracias a eso se decidió elaborar un logotipo enmarcando y resaltando únicamente los elementos principales de la botana como se observa en la figura 50.

ChurrITOS
Haba, quinoa y alga espirulina

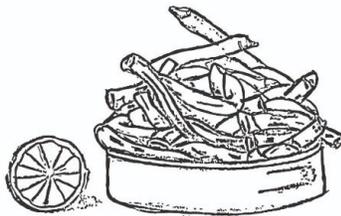


Figura 50. Isotipo del envase del producto.

Así mismo se eligió un empaque simple y de buen gusto al consumidor, donde se logra ver a detalle el contenido. Rotulado en un color cálido dejando ver la parte mas orgánica del empaque. Por lo tanto, esto podría incentivar a que los consumidores basen su alimentación en productos con dichas tonalidades en su empaque, caracterizados por su bajo contenido de azúcar, grasa y/o sal.



Figura 51. Envase del producto.

CONCLUSIONES

La botana tipo “churrito” elaborada de haba y de quínoa adicionada con alga espirulina se obtuvo de manera satisfactoria con resultados favorables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de mercado se determina que la botana sería viable para la venta en el mercado ya que el 88.9 % de los encuestados comento que la consumirían.

De acuerdo al análisis sensorial de aceptación, se eligió la formulaión 3 con 11.25 % de haba y 37.75 % de quinoa, ya que de acuerdo a las características organolépticas fue la de mayor agrado para los jueces.

La determinación experimentalmente de ciertas propiedades a la materia prima, como fue la proteína, concordaron con el dato bibliográfico, siendo que se utilizó el mismo método para el análisis químico proximal a la botana, los resultados obtenidos fueron confiables y además se logró cumplir con el objetivo de elaborar una botana alta en fibra y proteína.

La experimentación realizada para la elaboración de la botana fue buena en base a las estandarizaciones de procesos y elección de formulación. Dicho prototipo fue seleccionado por los consumidores presentando así buenas calificaciones.

La botana se elaboró con buenas prácticas de manufactura, obteniendo así un producto inocuo, ya que no se presentaron coliformes totales. De mesófilos, mohos y levaduras hubo presencias mínimas que se encuentran dentro de los límites permisibles de la norma NOM-247-SSA1-2008.

Se logró una textura crocante en cada muestra de la botana de acuerdo a los resultados obtenidos, respecto a la dureza es moderada ya que se rompe con cierta fuerza, más no se desmorona, por lo cual es una botana fracturable, pero no frágil.

Para la mercadotecnia del producto, el envase e isotipo fueron diseñados y elegidos de acuerdo a la PROY-NOM-216-SSA1-2002 y NOM-051-SCFI/SSA1-2010, obteniendo un diseño de nuestro agrado.

REFERENCIAS

- Abugoch, Romero n, Tapia ca, Silva j, Rivera m. (2008) Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*chenopodium quinoa willd*) protein isolates. Journal of agricultural and food chemistry. 56 (12), 4745-50.
- Abugoch James Lilian e. (2009) Chapter 1 quinoa (*chenopodium quinoa willd.*): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Advances in food and nutrition research, Volúmen 58, (1), 1-31.
- Anzaldúa M.A., (1994). La evaluación sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- AOAC (Official methods of analysis association of oficial analythical chemist), (1990). 14th. Wiliam Horwitz. Washington DC, USA.
- Belay, A. (2008). Spirulina (Arthrospira): Production and quality assurance. en Spirulina in human nutrition and health, CRC Press, Florida, p. 19
- Cabrera, V. (2005). Proceso de secado. Transferencia de calor (235pp.). España: Catarina UDLAP.
- Carrasco, r., Espinoza, c. and Jacobsen, s.e. (2003) Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*chenopodium quinoa willd.*) and kañiwa (*chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*. 19 (1 & 2), 179-189.
- Cortés r., m., & chiralt b., a., & puente d., l. (2005). Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. *Vitae*, 12 (1), 5-14.
- Cuellar Bermúdez S.; Barba Dávila B.; Serna Saldívar s; Parra Saldívar r; Rodríguez Rodríguez J; Morales Dávila S.; G.oiris K.; Muylaert K.; Chuck Hernández C. (abril, 2017). Deodorization of *arthrospira tlatensis* biomass for foorthier scale-up food aplication. Journal of the science of food and agricultura, 97 (15), 5123-5130.
- Daroch, E. (2002). Sustitución parcial de la harina de pescado por harina de haba (Vicia faba var. minor (Harz) Beck) en la formulación de alimento para salmónidos. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Universidad austral de chile.
- IMSS, (2019), Cuadro Básico de Nutriología del IMSS Total de claves 56, [Archivo pdf]. Recuperado de: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/cuadros-basicos/CBN.pdf>

- FAO. (Julio 2011). "La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial". mayo 2018, de FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Sitioweb: http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinua_es.pdf
- FAO. Año Internacional de la Quínoa (2013). www.fao.org/quinoa-2013.
- Gobierno de México, (2015). En el Edomex se producen más de 36 mil toneladas de haba. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cedomex/articulos/en-el-edomex-se-producen-mas-de-36-mil-toneladas-dehaba#:~:text=Los%20principales%20municipio%20productores%20son,ingrediente%20común%20de%20la%20cocina>.
- González Torres, F; Herencia Avellano, L.I y Urbano Terrón, P (1996). La Quínoa: Un cultivo para la zona mediterránea. *Agricultura* (763), 138-143.
- Hernández, E., (2005). "Evaluación Sensorial". Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, UNAD. Bogotá, Colombia.
- Hough, G. & Fiszman S. (2005) Estimación de la vida útil sensorial de alimentos. Madrid, España: Programa CYTED.
- Igor J., Velasco V., (2002). "Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)", Facultad de ciencias agropecuarias, 8, (2), 51.
- Jiménez, M. (2012). Evaluación de comportamiento en variedades de haba (*Vicia faba L.*). Investigación y producción. CIAT
- Kajishima, S., Pumar, M., & Germani, R. (2001). Elaboração de Pão Francês com Farinha Enriquecida de Sulfato de Cálcio. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 19(2), 1-8.
- Koziol, M. (1992) Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 5, 35-68.
- Kotler P. y Armstrong G. (2003). "Fundamentos de Marketing". 6ta. Edición, Prentice Hall.
- McCarthy, E. J., & Perreault, W. D. (1997). *Marketing*. McGraw-Hill/Interamericana de Espana, S.A.
- Lees-Analisis de Los Alimentos, 2da edicion-ACRIBIA (1989).

- López-Hernández, A., & Juárez-Ramírez, J. (2010). Los fructanos y su papel en la promoción de la salud. *Revista Fuente*, 2(5), 7-12. Recuperado de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/7.pdf>
- Menrad, K. (2003) Market and Marketing of Functional Food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56, 181-188
- Norma oficial mexicana (NOM-111-SSA1-1994), bienes y servicios. método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Norma oficial mexicana (NOM-113-SSA1-1994), bienes y servicios. método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Norma oficial mexicana (NOM-051-SCFI-SSA1-2010), especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados-información comercial y sanitaria.
- Norma oficial mexicana (PROY-NOM-216-SSA1-2002), proyecto de norma oficial mexicana, productos y servicios. botanas. especificaciones sanitarias. métodos de prueba.
- Norma oficial mexicana (NOM-247-SSA1-2008), productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, semolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, semolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba
- NMX-F-607-NORMEX-2002. Alimentos-determinación de cenizas en alimentos - métodos de prueba
- Reyes montaña, e.a., Ávila Torres, d.p. and Guevara Pulido, j.o. (2006) Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina. *avances investigación en ingeniería*.5, 86-97.
- Shaefer, a, Baker L, & Gotter, A . (2020). ¿Es la maltodextrina mala para mí?, de Healthline. <https://www.healthline.com/health/es/maltodextrina#1>
- The Food Tech, (2023). Tendencias en el marketing de alimentos para 2023. Recuperado de: <https://thefoodtech.com/marketing/estas-son-las-tendencias-en-el-marketing-de-alimentos-para-2023/>

Vargas garcía f. (2014). Propuesta de procesamiento de algas para la producción de harina (tesis para optar al título de ingeniero civil químico). Pontificia universidad católica de valparaíso, facultad de ingeniería.