



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

Evaluación del valor nutricional de snack expandido a base de harina de maíz,
harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua

Para obtener el Título Profesional de

Ingeniera Química

AUTOR:

Bach. Marilyn Pamela Saavedra Chero

ASESOR:

M.Sc. Ing. Manuel Antonio Díaz Paredes

ORCID: 0000-0003-1244-9991

Lambayeque - Perú 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA TESIS

Evaluación del valor nutricional de snack expandido a base de harina de maíz,
harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua

Para obtener el Título Profesional de
Ingeniera Química

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

Dr. César Augusto Monteza Arbulú

Presidente

Mgtr. Rodolfo Pastor Tineo Huancas

Secretario

Lic. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

Vocal

M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes

Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2025

Siendo las 10:00 am del jueves 29 de mayo del 2025, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: ***Evaluación del valor nutricional de snack expandido a base de harina de maíz, harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua***; designados con Res. N°195-2024-D-FIQIA de fecha 25 de abril del 2024 y aprobada con Res. N°525-2024-D-FIQIA de fecha 09 de octubre del 2024, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, la misma que está conformada por los siguientes docentes:

- **Presidente:** Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulu
- **Secretario:** M.Sc. Rodolfo Pastor Tineo Huancas
- **Vocal:** Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

La tesis fue asesorada por el M.Sc. Manuel Antonio Diaz Paredes, nombrado con Res. N°140-2024-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 19 de marzo del 2024. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°185-2025-D-FIQIA de fecha 21 de mayo del 2025.

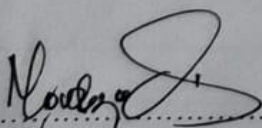
La Tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller: **MARILYN PAMELA SAAVEDRA CHERO de la Escuela Profesional de Ingeniería Química**; y tuvo una duración de 60 minutos.

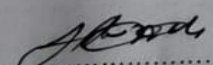
Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 17. (Diecisiete.....) en la escala vigesimal, mención BUENO.....

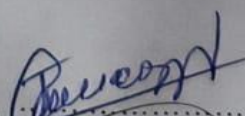
Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de **INGENIERA QUIMICA** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:00 a.m. se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas


Presidente
Dr. CESAR AUGUSTO MONTEZA ARBULU


Vocal
Ing. HECTOR LORENZO VILLA CAJAVILCA


Secretario
M.Sc. RODOLFO PASTOR TINEO HUANCAS


Asesor
M.Sc. MANUEL ANTONIO DIAZ PAREDES

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo Manuel Antonio Díaz Paredes usuario revisor de la Tesis



Trabajo de suficiencia personal ☐ y/o trabajo académico ☐



Titulada: ***Evaluación del valor nutricional de un snack expandido a base de harina de maíz, harina de lúcumo enriquecido con espirulina y harina de quinua,*** Cuyo autor (es) son: **MARILYN PAMELA SAAVEDRA**

CHERO, con DNI N° **71484571** y _____, con DNI N° _____; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud **18%**, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 11 de diciembre del 2024

Firma (Asesor)

Nombres y Apellidos: MANUEL ANTONIO DÍAZ PAREDES

DNI 16791060

Se Adjunta:

Resumen de Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital

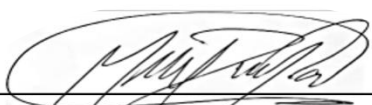
EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE SNACK EXPANDIDO A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE LÚCUMA, ENRIQUECIDO CON ESPIRULINA Y HARINA DE QUINUA"

INFORME DE ORIGINALIDAD

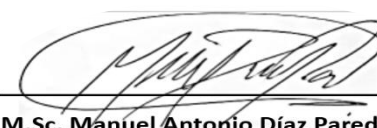
18%	16%	6%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1%
8	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	statologos.com Fuente de Internet	<1%
10	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
11	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	Gomez Mejia, Liliana Shikiya Ganaha, Cinthya Gabriela. "Análisis Perceptivo Auditivo de la Voz en Profesores de una Institución Educativa Particular del Distrito de La Molina.", Pontificia Universidad Católica del Perú - CENTRUM Católica (Peru), 2020 Publicación	<1%


M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes
16791060 ASESOR

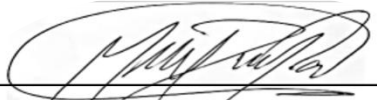
13	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD	<1 %
	Trabajo del estudiante	
14	www.proinpa.org	<1 %
	Fuente de Internet	
15	catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com	<1 %
	Fuente de Internet	
16	portal.amelica.org	<1 %
	Fuente de Internet	
17	Submitted to Universidad del Rosario	<1 %
	Trabajo del estudiante	
18	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
19	scielo.sld.cu	<1 %
	Fuente de Internet	
20	Rojas Ricaldi, Julia Judith Tezen Ipanaque, Antonio. "Influencia del uso de la plataforma edu 2.0 en el logro de capacidades emprendedoras en estudiantes de computacion de educacion basica regular y educacion tecnico-productiva de Lima Metropolitana, 2015.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021	<1 %
	Publicación	
21	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja	<1 %
	Trabajo del estudiante	
22	Submitted to Universiti Teknologi MARA	<1 %
	Trabajo del estudiante	
23	A. T. Morgan, R. OMahoney, H. Francis. "The use of pulse oximetry as a screening assessment for paediatric neurogenic dysphagia", Developmental Neurorehabilitation, 2009	<1 %
	Publicación	
24	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	<1 %



M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes

16791060 ASESOR

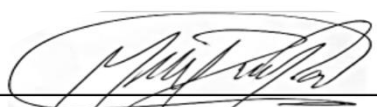
25	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1 %
	Trabajo del estudiante	
26	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León	<1 %
	Trabajo del estudiante	
27	idoc.pub	<1 %
	Fuente de Internet	
28	Submitted to Universidad TecMilenio	<1 %
	Trabajo del estudiante	
29	repositorio.pedagogica.edu.co	<1 %
	Fuente de Internet	
30	Submitted to Universidad Europea de Madrid	<1 %
	Trabajo del estudiante	
31	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia	<1 %
	Trabajo del estudiante	
32	repositorio.utp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
33	revistasespam.espam.edu.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
34	repositorio.uncp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
35	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	<1 %
	Trabajo del estudiante	
36	repositorio.espam.edu.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
37	repositorio.uam.es	<1 %
	Fuente de Internet	
38	recursosbiblio.url.edu.gt	<1 %
	Fuente de Internet	
39	repositorio.cientifica.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
40	repositorio.ute.edu.ec	<1 %
	Fuente de Internet	



M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes

16791060 ASESOR

41	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
42	Submitted to unifranz Trabajo del estudiante	<1 %
43	Submitted to Universidad De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
44	epicrisis.org Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
46	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Infile Trabajo del estudiante	<1 %
48	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
51	www.bbc.com Fuente de Internet	<1 %
52	www.biometria.freesevers.com Fuente de Internet	<1 %
53	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
54	www.educacionyfp.gob.es Fuente de Internet	<1 %
55	www.panapress.com Fuente de Internet	<1 %
56	Ramón Tejada Oliveros. "Optimización de las propiedades de tenacidad e impacto de formulaciones de ácido poliláctico (PLA), mediante mezclas con polímeros flexibles y	<1 %


 M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes
 16791060 ASESOR

optimización de los sistemas de
compatibilización", Universitat Politecnica de
Valencia, 2023

Publicación

57	Submitted to Universidad Francisco de Vitoria Trabajo del estudiante	<1 %
58	investigacion.ujmd.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
60	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
61	www.tfah.org Fuente de Internet	<1 %
62	www.wipo.int Fuente de Internet	<1 %
63	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1 %

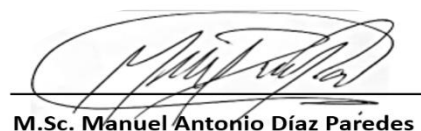
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo



M.Sc. Manuel Antonio Díaz Paredes

16791060 ASESOR



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Marilyn Pamela Saavedra Chero
Título del ejercicio: EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE SNACK EXPANDID...
Título de la entrega: EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE SNACK EXPANDID...
Nombre del archivo: Marilyn_Saavedra_TESIS_5-12_2.docx
Tamaño del archivo: 11.24M
Total páginas: 120
Total de palabras: 12,946
Total de caracteres: 69,540
Fecha de entrega: 11-dic.-2024 11:10p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2549818027

**UNIVERSIDAD NACIONAL**
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

"EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE SNACK EXPANDIDO A
BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE LÚCUMA, ENRIQUECIDO
CON ESPIRULINA Y HARINA DE QUINUA"

Para obtener el Título Profesional de
Ingeniería Química

AUTOR:
Bach. Marilyn Pamela Saavedra Chero

ASESOR:
M.Sc. Ing. Manuel Antonio Díaz Paredes

Lambayeque - Perú 2024

M.Sc. MANUEL ANTONIO DÍAZ PAREDES
16791060 ASESOR

DEDICATORIA

Ésta presente dedicatoria inicio dedicándosela a Dios, por cederme cada nuevo amanecer y darme las fuerzas necesarias para vencer cada obstáculo presentado; a mis padres, por el apoyo incondicional, sus esfuerzos y sacrificios, y sobre todo por brindarme la confianza y paciencia; por ende, gracias a ello han sido los pilares fundamentales en mi formación como persona y como profesional; a mis abuelo aunque lamentablemente hoy en día ya no estén presentes, sé que son mi guía espiritual; así mismo como lo fueron mi tío Edilberto (Beto) que fue como un padre y a mi sobrinita Consuelo Lucía (mi bonita), con solo ver tu sonrisa era para mí como un respirar; ahora sé que tu sonrisa ya lo disfrutan los ángeles a tu alrededor y a mis sobrinos Adriano y Milagritos por su compañía y su cariño; a mis familiares, que de una u otra manera han colaborado con sus palabras de aliento, contribuyendo con el logro de mis objetivos; a Danny, mi enamorado, por su amor, y darme el espacio necesario para realizarme profesionalmente, además, por estar presente en los momentos difíciles donde sentía rendirme; pero, con su apoyo moral, me logró brindar las palabras adecuadas para seguir luchando.

AGRADECIMIENTO

En mi recorrido por realizar mi tesis no ha sido sencillo ni factible , pero, he recibido muchas muestras de afecto, de las cuales hoy les agradezco, primero a Dios por permitirme tener y disfrutar la compañía de mi familia y de las personas que se cruzaron en éste proceso de realización; siendo para el bienestar de mi crecimiento profesional; a mis padres, familiares y enamorado por demostrarme que en ésta vida se viene a triunfar y creer en mí y en cada decisión, permitiéndome cumplir con excelencia el desarrollo de mi tesis.

Así mismo agradezco a mi asesor y a los jóvenes del octavo ciclo por el apoyo brindado y la colaboración en el proceso, siendo de una grata experiencia para ellos, y a su vez concientizar y motivar a proyectarse a su futuro; y al ingeniero Marco García que nos ayudó con la utilidad de la máquina de la extrusora.

íNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	12
ÍNDICE	13
ÍNDICE DE FIGURAS	16
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE ESQUEMAS	18
INDICE DE GRÁFICOS	19
INDICE DE ANEXOS	20
RESUMEN	24
ABSTRACT	25
I. INTRODUCCIÓN	26
II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS	29
2.1. Antecedentes	29
2.2. Bases teóricas	34
2.1.1 Snack	34
2.1.2 Extrusión en alimentos	36
2.1.2.1. Partes del extrusor	38
2.1.3 Expandidos	39
2.1.4 Composición nutricional de expandidos	40
2.1.5 Maíz	40
2.1.5.1. Harina de maíz	44
2.1.5.2. Tipos de harinas según la variedad del maíz	44
a. Harina de maíz amarillo:	44
b. Harina de maíz blanco:	44

c. Harina de maíz morado:	44
2.1.6 Lúcumá	45
2.1.5.3. Harina de lúcumá:	48
2.1.5.4. Desarrollo el proceso para la harina de lúcumá	48
• Molino de rodillos	52
• Molino de disco	52
• Molino de martillos	52
2.1.7 Quinoa.....	53
2.1.8 Espirulina	55
III. MÉTODOS Y MATERIALES	58
3.1. Área de ejecución.....	58
3.2. Tipo de investigación	58
3.3. Población y muestra	58
3.3.1. Población.....	58
3.3.2. Muestra:	59
3.4. Variables de estudio	60
3.4.1. Variable independiente	60
3.4.2. Variable dependiente	60
3.5. Equipos y materiales de laboratorio, técnicas de análisis e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.5.1. Materiales de laboratorio	61
3.5.1.1. Materias primas e insumos.....	61
3.5.1.2. Material para el proceso.....	61
3.5.1.3. Material de laboratorio.....	61
3.5.1.4. Material personal	61
3.5.2. Equipos e instrumentos de laboratorio.....	62
3.5.3. Técnicas	62

3.5.4.	Instrumentos de recolección de datos	63
3.5.5.	Metodología experimental	63
IV.	RESULTADOS y DISCUSIÓN	70
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.	Conclusiones:	83
5.2.	Recomendaciones	84
VI.	ANEXOS :	85
6.1.	Insumos:	85
6.2.	Elaboración de Harina de Lúcura.....	90
6.3.	Proceso del snack.....	93
6.3.1.	Pesado de muestras, de espirulina, quinua, muestra base (harina de lúcura maíz) y maíz molido	94
6.3.2.	Limpieza de la extrusora.....	108
6.3.3.	Agitación de las mezclas y utilización de la extrusora	109
6.3.4.	Obtención de snacks	110
6.3.5.	Almacenamiento de snack	111
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen de diversos snacks.....	36
Figura 2 Cortes de extrusor de un solo tornillo y de tornillos gemelos	39
Figura 3 Maíz (Zea mays)	42
Figura 4 Fruta de Lúcumá	46
Figura 5 Componentes de un liofilizador.....	50
Figura 6 Planta de quinua.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del maíz (<i>Zea mays</i>).....	42
Tabla 2 Composición nutricional del maíz	43
Tabla 3 Composición de la pulpa de lúcuma (por cada 100 g de pulpa)	47
Tabla 4 Referencias de componentes en quinua (g/100 g de material fresco).....	54
Tabla 5 Composición nutricional de la espirulina (Aminoácidos esenciales y no esenciales)	57
Tabla 6 Composición nutricional de la espirulina (Vitaminas).....	57
Tabla 7 Composición nutricional de la espirulina (Minerales).....	57
Tabla 8 Formulaciones para la elaboración de un snack expandido a base de harina de maíz harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de Quinua	59
Tabla 9 Operacionalización de variables	60
Tabla 10 Técnicas de recolección de datos	62
Tabla 11 Diseño Experimental Factorial de 3 factores con N réplicas Factores inter-sujetos.....	70
Tabla 12 Pruebas de efectos inter-sujetos	71
Tabla 13 Estadísticas de grupo.....	73
Tabla 14 Prueba de muestras independientes.....	73
Tabla 15 Estadísticas de grupo.....	75
Tabla 16 Prueba de muestras independientes.....	75

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de lúcuma..... 64

Esquema 2 Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua.....67

Esquema 3 Descripción del proceso de flujo para la elaboración de snacks de base de harina de maíz, harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua..... 68

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Concentración de espirulina en las muestras	79
Gráfico 2 Aceptabilidad en las distintas muestras	80
Gráfico 3 Relación entre concentración y aceptabilidad de las muestras	81
Gráfico 4 Tendencia de la concentración a lo largo de las muestras	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Harina de quinua.....	85
Anexo 2: Harina de maíz.....	85
Anexo 3: Harina de lúcuma.....	86
Anexo 4: Maíz amarillo.....	86
Anexo 5: Harina de espirulina.....	87
Anexo 6: Productos de Desinfección	88
Anexo 7: Recepción de materia prima	88
Anexo 8: Pesado de materia prima.....	89
Anexo 9: Adición de cloro	89
Anexo 10: Desinfección de fruta.....	90
Anexo 11: Pelado de fruta.....	90
Anexo 12: Pesado de fruta sin cáscara	91
Anexo 13: Deshuesado.....	91
Anexo 14: Deshidratado en el horno 65° x 24horas	92
Anexo 15: Lúcuma deshidratada.....	92
Anexo 16: Molido de Lúcuma	93
Anexo 17: Homogenización de muestra base (H. lúcuma + H. de maíz)	93
Anexo 18: Muestra base 850 gr.....	94
Anexo 19: 50 gr de espirulina	94
Anexo 20: 100 gr de quinua	95
Anexo 21: Muestra base 750 gr.....	95
Anexo 22: 50 gr de espirulina	96
Anexo 23: 200 gr de quinua	96
Anexo 24: Muestra base 650gr.....	97

Anexo 25: 50 gr de espirulina	97
Anexo 26: 300 gr de quinua	98
Anexo 27: Muestra base 800 gr.....	98
Anexo 28: Espirulina.....	99
Anexo 29: 100 gr de quinua	99
Anexo 30: Muestra base 700 gr.....	100
Anexo 31: 100gr espirulina	100
Anexo 32: 200 gr de quinua	101
Anexo 33: Muestra base 600 gr.....	101
Anexo 34: 100 gr de espirulina	102
Anexo 35: 300 gr de quinua	102
Anexo 36: Muestra base 800 gr.....	103
Anexo 37: 150 gr de espirulina	103
Anexo 38: 50 gr de quinua	104
Anexo 39: Muestra base 750gr.....	104
Anexo 40: 150 gr de espirulina	105
Anexo 41: 150gr de quinua	105
Anexo 42: Muestra base 700gr.....	106
Anexo 43: 150 gr de espirulina	106
Anexo 44: 150 gr de quinua	107
Anexo 45: Adición de 1k de maíz amarillo a cada muestra.....	107
Anexo 46: Limpieza de extrusora	108
Anexo 47	108
Anexo 48	109
Anexo 49	109

Anexo 50	110
Anexo 51	110
Anexo 52	111
Anexo 53: Traslado de muestras al laboratorio.....	111
Anexo 54: Muestra 1	112
Anexo 55: Muestra 2	112
Anexo 56: Muestra 3	113
Anexo 57: Muestra 4	113
Anexo 58:Muestra 5	114
Anexo 59: Muestra 6	114
Anexo 60: Muestra 7	115
Anexo 61: Muestra 8	115
Anexo 62: Muestra 9	116
Anexo 63: Pesado de cada muestra (25 gr)	116
Anexo 64: Pesado de sal (4 gramos)	117
Anexo 65: Adición de sal a las muestras.....	117
Anexo 66: Muestras finales.....	118
Anexo 67: Realización de encuestas	118
Anexo 68: Colocación de las muestras en el molino	119
Anexo 69: Molienda.....	119
Anexo 70: Termobalanza	120
Anexo 71: Colocación de las muestras en tubos de ensayo	120
Anexo 72: Procesamiento en el digestor	121
Anexo 73: <i>Procesamiento en el digestor</i>	121
Anexo 74: Procesamiento hasta obtención de color verdoso	122

Anexo 75: Empleo del destilador	122
Anexo 76: Colocación de las muestras en la mufla	123
Anexo 77: Secador(estufa)	123
Anexo 78: Colocación de muestras en extractor de metabolitos	124
Anexo 79: El extractor de metabolitos con vasos precipitados con etanol	124
Anexo 80:Secador	125
Anexo 81: Pesaje de la muestra desgrasada	125

RESUMEN

En Perú, la desnutrición crónica de los niños es un problema importante. Según estándares internacionales, casi el treinta por ciento de los niños menores de cinco años padecen este mal; considerando los costos sociales y económicos que conlleva la desnutrición, se han realizado desde hace varios años, se han desarrollado políticas públicas para reducirla.

Es por ello que surge la iniciativa de producir un snack de cereal expandido a base de harina de maíz, harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua, realizando la formulación con un adecuado valor nutricional, de agradable sabor y que sea un complemento nutritivo y accesible para el refrigerio de los niños.

Palabras clave: Snack, Nutritivo, Harina de lúcuma, Harina de espirulina, Harina de quinua.

ABSTRACT

In Peru, chronic malnutrition among children is a major problem. According to international standards, almost thirty percent of children under five years of age suffer from malnutrition. Considering the social and economic costs of malnutrition, public policies have been developed for several years to reduce it.

This is why the initiative to produce a snack of expanded cereal based on corn flour, Lúdma flour, enriched with spirulina and quinoa flour arises, making the formulation with adequate nutritional value, pleasant taste and a nutritious and accessible complement for children's snacks.

Key words: Snack, nutritious, lucuma flour, spirulina flour, quinoa flour.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas hemos visto cambios en la dieta global, con un aumento en el consumo de alimentos procesados y una disminución en la ingesta de alimentos naturalmente nutritivos. Esto ha provocado un número cada vez mayor de obesidad y enfermedades relacionadas con la dieta en todo el mundo. La investigación sobre alimentos ricos en proteínas puede ser fundamental para revertir esta tendencia y promover una alimentación saludable.

En Perú, la desnutrición crónica de los niños es un problema importante. Según estándares internacionales, casi el treinta por ciento de los niños menores de cinco años padecen este mal; considerando los costos sociales y económicos que conlleva la desnutrición, se han realizado desde hace varios años, se han desarrollado políticas públicas para reducirla.

Actualmente, al menos uno de cada tres niños no se está desarrollando bien por culpa de la desnutrición. Esta situación se está volviendo más complicada por varios motivos como la globalización, el crecimiento de las ciudades, las desigualdades sociales, los problemas con el medio ambiente, las epidemias y las crisis humanitarias. Todo esto hace que alimentar bien a los niños, de forma saludable y sostenible, sea un gran reto tanto ahora como para las generaciones que vienen.(Unicef, 2020)

Las principales cadenas comerciales mundiales de cereales tienen una estructura que no depende del tamaño del país, y se han identificado siete grandes grupos de países que están

influenciados por las economías más poderosas. Además, cerca del 60 % de los países enfrentan una dependencia media o alta de otros países para obtener cereales; un 50 % importa desde pocos proveedores (lo que los hace más vulnerables), y un 70 % depende de países que fueron afectados por el COVID-19.

La pandemia hizo que el riesgo de depender del suministro externo de cereales aumente en un 65 %. Los países que más riesgo tienen son los que dependen de Estados Unidos y Canadá, resultando que los que están en situación más crítica son, en su mayoría, países insulares del Pacífico, así como varios de América Latina y África. También se encuentran en alto riesgo países como Japón, México y Corea del Sur, además del 80 % de los países en desarrollo que dependen mucho de la importación de alimentos. (Zhang et al., 2021)

Se tiene que un cereal importante para la alimentación como la quinua (*Chenopodium Quinoa Willd.*) cuenta con rasgos intrínsecos destacados, incluyendo su gran diversidad genética y sus propiedades funcionales. La amplia gama de colores, inflorescencia y semilla, formas de planta, valor nutritivo, rendimiento productivo y ciclo de cultivo son ejemplos de la diversidad de la planta que forma un acervo genético muy valioso.

La información y el conocimiento sobre la diversidad genética de la quinua deben usarse para aumentar el consumo y el uso en la agroindustria. La quinua es una fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutritivo debido a su mayor proporción de aminoácidos esenciales, lo que le da un alto valor biológico superior al trigo, arroz y maíz. (Liangkui et al., 2021)

Asimismo, en cuanto al maíz suple una densidad energética de alrededor de 365 Kcal/100g, siendo uno de los principales cereales cultivados en el ámbito mundial junto con el trigo. (Liu et al., 2020)

La lúcuma, también conocida como *Pouteria lúcuma*, es un árbol frutal perenne que es nativo de Perú, Ecuador y Chile. En el Perú, se encuentra en regiones de sierras bajas, pero es capaz de desarrollarse desde el nivel del mar hasta una altitud de 3000 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas oscilan entre 8 y 27 grados Celsius, y la humedad relativa oscila entre 80 y 90 por ciento. Debido a que puede producir frutos durante todo el año bajo condiciones de crecimiento adecuadas, la lúcuma presenta un potencial significativo para la producción comercial de frutos. (Quijano & Prieto, 2020)

La espirulina (*Arthrospira Spirulina*), es un alga procariota microscópica y filamentosa, ha sido el objeto de intensa investigación debido principalmente a su uso como alimento, pienso, suplemento dietético, y alimentos funcionales. Su uso histórico registrado como alimento abarca siglos y se ha comercializado como alimento durante los últimos años. (AlFadhly et al., 2022)

Aunque existen numerosos estudios sobre su producción en masa al aire libre, estos provienen principalmente de estudios que involucran pequeños estanques experimentales al aire libre.

El presente trabajo de investigación se abordará en cinco capítulos, correspondiendo el primero a la introducción, tratándose en el segundo sobre los antecedentes y bases teóricas, verificándose en el tercer capítulo los métodos y materiales, para analizar los resultados y discutir

los mismos en el cuarto capítulo, culminando con el capítulo quinto que aborda las conclusiones y recomendaciones.

Es por ello que surge la iniciativa evaluar el valor nutricional de un snack expandido a base de harina de maíz harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de Quinoa, realizando la formulación más adecuada para su producción y proceder a efectuar los análisis fisicoquímicos (humedad, proteína, hierro, etc) así como, su evaluación organoléptica.

II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes

Como bien se sabe en estos últimos tiempos las personas tenemos una vida más agitada que reemplazamos nuestras comidas saludables por una comida rápida quizá por el laborar del día a día.

La afectación de nuestra salud se verifica en las enfermedades que son más frecuentes en la actualidad, por lo consiguiente se busca reemplazar los snacks que tenemos ya en el mercado para que sean saludables y tengan nutrientes algunos emprendiendo están pendiente de ello tratando de hacerlo de frutos secos, harinas de las legumbres o algas porque en ellos existe bastantes nutrientes que nosotros no aprovechamos pero se tuvieron que poner en investigación y dimos con estos resultados.

(Miranda y Ramirez. 2023) Procedió a evaluar los valores nutricionales detallados en las etiquetas de 124 productos industriales los cuales se pueden adquirir en tiendas y supermercados y que los escolares suelen llevar en sus loncheras, clasificándolos en alimentos saludables,

medianamente saludables y no saludables. Tomando como referencia la información nutricional en cada etiqueta de los productos en cuestión, junto con una clasificación de nutrientes críticos como sodio, azúcar, grasas saturadas, grasas totales y grasas trans

A medida que aumenta la esperanza de vida y se discuten ampliamente los problemas de salud, los consumidores están cada vez más interesados en los beneficios potenciales de los alimentos para el control y la prevención de enfermedades, y han comenzado a exigir alimentos altamente procesados con un sabor agradable y prácticos. valor nutricional y otros beneficios para la salud.

(Espinoza et al., 2021) Desarrollaron un snack extruido a partir de una combinación de cereales (maíz, arroz, kiwicha) y un concentrado de proteínas de pota (CPCG) que cumpliera con los requisitos de proteínas y aminoácidos recomendados para niños de 5 a 12 años, concluyendo desde su punto de vista nutricional, que el snack extruido era adecuado para la población infantil.

(Rojas-Hernández & Morales-Koelliker, 2020) Refieren que los hábitos alimenticios son conductas que se aprenden en la niñez, en la familia, en el hogar, se aprende con la ayuda de los padres o en el nivel primario lo que es apropiado o inapropiado y están influenciados por varios factores, los más importantes son: geográfico. ubicación, clima, vegetación, accesibilidad de la región, hábitos y experiencias, por supuesto esto también está relacionado con la capacidad de adquirir, el método de selección y la preparación y consumo de alimentos para introducir hábitos saludables al niño. y así prevenir los problemas nutricionales de los niños; como sobrepeso, obesidad, desnutrición.

(Sukumar et al., 2023) La quinua es un alimento muy completo porque tiene todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita, y su proteína funciona igual de bien que la caseína (una proteína que se encuentra en la leche). Por eso, es una buena opción para hacer cereales de desayuno sin gluten y de origen vegetal.

Cuando se analizó el valor nutricional del cereal después del proceso de extrusión (una forma de cocción a presión), se vio que la quinua conserva sus nutrientes y hasta aumenta un poco su contenido de proteína. Además, se observó que la cocción cambia la estructura del grano, lo que indica que el almidón se gelatiniza (se vuelve más fácil de digerir), y eso hace que la quinua cocida sea más aprovechable que la cruda en cuanto a proteína.

En resumen, estos resultados muestran que la quinua es una excelente materia prima para hacer cereales listos para comer, que sean saludables, sin gluten y aptos para personas con intolerancia al gluten.

(Muñoz-Pabon, Roa-Acosta, et al., 2022) Los resultados de este estudio permiten seguir investigando y a mejorar los procesos usados en la industria, pero sin perder las propiedades físicas, nutritivas y beneficiosas de los productos. También se recomienda analizar los compuestos como los fenoles y los aminoácidos en los alimentos usando técnicas como el cromatógrafo HPLC, tanto antes como después de aplicar calor (como en la cocción o extrusión).

La harina de quinua resulta ser una buena opción para hacer snacks, ya que tiene proteínas de buena calidad, propiedades antioxidantes, es más sabrosa y fácil de digerir, y encima no contiene

gluten, lo que la hace ideal para personas con intolerancia o que buscan una alternativa más saludable.

(Muñoz-Pabon, Parra-Polanco, et al., 2022) Señalan que hoy en día hay muchos tipos de snacks hechos con legumbres en el mercado, y cada vez se van sumando más. Esta tendencia está haciendo que el mercado mundial de este tipo de productos siga creciendo. Entre estos alimentos, la quinua está tomando protagonismo: ya se usa para hacer harina para pan, cereales de desayuno, pastas, galletas, snacks e incluso envolturas biodegradables.

(Pastor Ríos, 2020) Considerando que el 22,7% de las personas de 15 y más años padecen de la obesidad lo que representa un factor de riesgo de enfermedades crónicas. En este contexto, también se da el incremento de la modalidad de teletrabajo que se vio agravada por el toque de queda por la crisis sanitaria del Covid-19, esto promueve un estilo de vida sedentario.

Esto se debe a que la quinua tiene propiedades nutricionales muy buenas. Por ejemplo, tiene más proteína total que otros cereales como la cebada, el arroz o el maíz, y está al mismo nivel que el trigo, todo esto medido en base seca. Pero lo que la hace especial es que su proteína tiene más lisina, un aminoácido esencial que falta en muchos cereales. También contiene metionina, y en general, su perfil de aminoácidos es más completo que el de los cereales y legumbres comunes.

Además, se pueden hacer snacks muy nutritivos usando mezclas de proteínas vegetales, como aislados de proteína de lupinos combinados con harinas de la quinua. Esto no solo mejora el valor nutricional, sino que también hace que los snacks sean menos duros, incluso con un 70 % de proteínas.

(Paucar-Menacho et al., 2022) En este estudio se analizó cómo cambia el valor nutritivo, los compuestos beneficiosos y las propiedades físicas de los snacks inflados de maíz cuando se reemplaza parte o todo el maíz por harina de quinua germinada y cañihua. Para eso, los investigadores probaron distintas combinaciones usando un diseño experimental que les permitió ver cómo influye cada mezcla en la nutrición, la textura y el color del producto. También aplicaron una técnica matemática (función de deseabilidad) para encontrar la mejor combinación posible de ingredientes.

Al agregar harina de quinua germinada y de cañihua a la sémola de maíz), se logró aumentar ciertos compuestos saludables, como el ácido fítico, los fenoles solubles, el GABA (un aminoácido con funciones relajantes) y la actividad antioxidante. Aunque en general las harinas germinadas pueden afectar negativamente la textura del producto, en este caso, al usarlas solo parcialmente junto con el maíz, se evitó ese problema.

De hecho, esta combinación mejoró la calidad del snack, ya que se logró una buena expansión al inflarse, se ajustó la densidad, y además se aumentó la solubilidad en agua, lo que también es positivo para la digestión,

Por otro lado, Zapana et al. (2020) lograron hacer snacks inflados de quinua usando una mezcla de técnicas como el inflado con pistola y la extrusión. El resultado fue bueno, ya que el producto mantuvo su valor nutritivo y las proteínas y otros nutrientes se absorbieron bien en el cuerpo, mejor que en la quinua inflada solo con microondas.

2.2.Bases teóricas

2.1.1 Snack.

La palabra snack proviene del vocablo inglés “snacking” que significa picar, empleándose para designar a los alimentos consumidos entre comidas, estos se clasifican mayormente como dulces y salados, siendo los más comunes los chips de papa, los nachos de tortillas de maíz, los dulces con chocolate adicionado, mezclas de semillas y otros que se pueden encontrar en los supermercados.

En los países hispanoamericanos el término snack se suele traducir como “tentempié” o “refrigerio”, “botana” en México; “picada” en Argentina; “pasabocas” en Colombia y pueden catalogarse como saludables o nutritivos dependiendo de sus ingredientes y preparación.(Gallardo, 2023)

Los snacks son comidas preparadas y en porciones pequeñas, fáciles transportar y listas para consumir, están adquiriendo gran popularidad en el mundo y ello conlleva al auge de los snacks que se caracterizan por ser alimentos ligeros que pueden ser consumidos entre comidas, popularizado principalmente entre los deportistas, a menudo incluso mientras se realiza actividad.

La rutina actual de las personas muchas veces obvia las comidas saludables, debido a que casi la mayoría prefiere adquirir alguna bolsita de snack que se puede encontrar desde puntos de venta ambulatorios, una tienda, hasta el centro comercial, sin embargo, los snacks no siempre están elaborados con alimentos saludables, sin embargo, si se procura pueden ser una excelente fuente de nutrientes y energía, especialmente para las personas que tengan

deficiencias de estos nutrientes y energía.

El mercado de los snacks saludables está creciendo con fuerza. En el año 2023, se calculó que movía más de 95 mil millones de dólares, y se espera que para el 2030 esa cifra llegue a casi 145 mil millones. Esto significa que cada año va creciendo a buen ritmo, especialmente entre 2025 y 2030.

Y esto ocurre porque las personas viven ajetreadas, hay más personas en las ciudades y cada vez se preocupan más por comer mejor. Hoy muchos prefieren snacks que puedan llevar a cualquier lado, que sean fáciles de comer y, además, que se adapten a lo que buscan en su alimentación: cosas más naturales, ligeras y saludables. (Grand View Research Inc, 2023)

Los granos andinos como la quinua y la kiwicha, que han sido germinados, se pueden emplear para hacer snacks saludables mediante un proceso llamado extrusión (es como cocinar a presión con calor y fuerza). Gracias a este proceso, los granos se transforman en productos más fáciles de digerir, con mejor textura y menos sustancias que hacen daño (como antinutrientes). En resumen, logran hacer snacks más nutritivos y agradables para el consumo.(Paucar-Menacho et al., 2022)

Figura 1

Imagen de diversos snacks



Nota. Fotografía obtenida de Tiendanube.com

2.1.2 Extrusión en alimentos

Durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular a una masa continua. Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización de las moléculas de proteína, y otras reacciones que pueden modificar las propiedades nutricionales, de textura y organolépticas del producto final.

La tecnología de extrusión ofrece varias ventajas sobre los métodos tradicionales de procesamiento de alimentos, ya que puede producir productos con diferentes formas,

texturas, colores y apariencias con cambios menores en el equipo y las condiciones de procesamiento.

Para obtener extruidos expandidos, la combinación de ingredientes suele contener un alto contenido de almidón, lo que maximiza la expansión del producto final. El contenido total de almidón es del 60% Es probable que el producto final tenga menos extensiones. Una buena cocción durante la extrusión depende de una combinación de factores como la temperatura, el tiempo de residencia y el contenido de humedad, que gelatinizan el almidón y desnaturalizan las proteínas. (Valverde, 2024)

Se han logrado avances importantes en la creación de nuevos alimentos usando el proceso de **extrusión**, una técnica moderna para transformar ingredientes. Se analiza qué factores afectan este proceso, cómo influye en el producto final y qué tipos de extrusión existen, como la cocción por extrusión, la extrusión térmica, la extrusión con reacciones químicas y hasta la impresión 3D con alimentos.(Lazou, 2024)

También se comenta que se pueden usar distintos ingredientes naturales para hacer productos novedosos y que, para lograrlo, es necesario planificar bien el proceso, usar modelos para predecir resultados y diseñar adecuadamente cada paso.

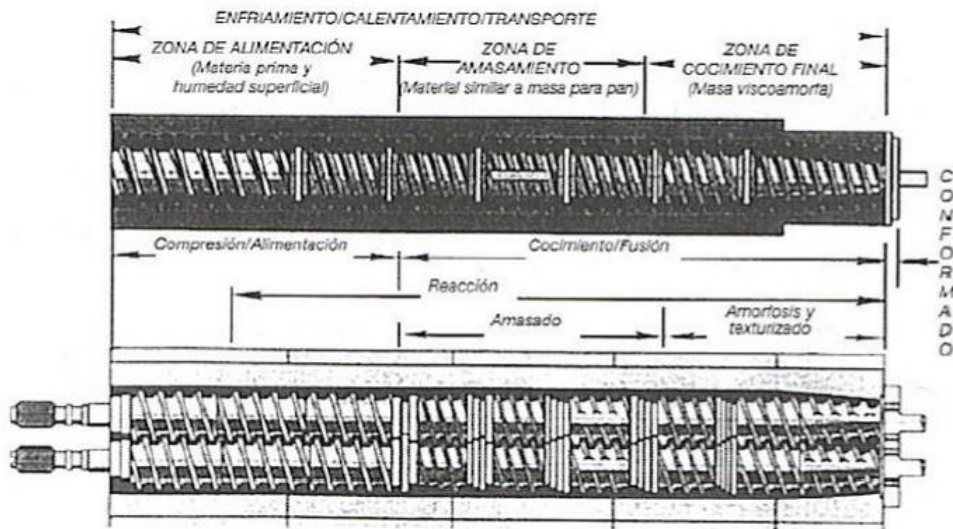
Finalmente, el estudio señala que hay temas que todavía se deben investigar más, como: cómo se forman las estructuras del alimento, cómo se comportan los ingredientes naturales, cómo simular y controlar el proceso, y cómo hacer que el producto final sea seguro, sabroso y aceptado por los consumidores.

2.1.2.1. Extrusor de alimentos

- Zona de alimentación: En esta área introducen materiales crudos en el cilindro del extrusor. Cuando se utilice el calentamiento del barril, es común que se inyecte agua corriente debajo de la zona de alimentación con el propósito de hidratar los biopolímeros.
- Zona de amasamiento: Aquí la materia prima pierde su textura y su densidad empieza a aumentar conforme lo hace la presión en el interior del cilindro, se puede inyectar vapor que contribuye al cocimiento.
- Zona de cocimiento final: La transformación final de la materia prima se produce aquí, la temperatura y la presión aumentan de manera muy rápida debido a la presencia del dado y al paso pequeño del tornillo, lo que afecta la densidad, el color y las propiedades funcionales del producto final.
- Dado. En esta zona se forma el producto, también se le conoce como matriz y adicionalmente se incluye un mecanismo de corte que se fija directamente al extrusor. en los productos esponjados al promueve una repentina evaporación.

Figura 2

Cortes de extrusor de un solo tornillo y de tornillos gemelos



Nota. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3134>

2.1.3 Expandidos

Desde hace mucho tiempo, los granos de cereales se han usado para preparar alimentos más seguros y nutritivos. Esto se hace para eliminar microbios que podrían hacer daño y también para mejorar su valor nutricional, quitando ciertas sustancias que dificultan la absorción de nutrientes.

Una técnica muy conocida para esto es la expansión o el “popeado”, que es cuando los granos se inflan con calor y presión. Este proceso ayuda a conservar los granos por más tiempo, los cocina, mejora su sabor y los vuelve más agradables para la gente, lo que hace que se consuman más. (Condori Gonzales, 2022)

La expansión de alimentos es una técnica antigua y muy práctica, conocida por ser fácil de hacer, rápida y económica. En este proceso, los granos se calientan mucho, pero por poco

tiempo, lo que hace que se cocinen por dentro casi al instante.

Ese calor tan intenso hace que el agua dentro del grano se convierta en vapor rápidamente y, al tratar de salir, revienta pequeñas partes del grano, haciendo que este se infle o se "popée", como pasa con las palomitas de maíz. (Condori Gonzales, 2022)

2.1.4 Composición nutricional de expandidos

Los alimentos expandidos son productos que llaman la atención por lo nutritivos que son y por lo útiles que resultan en la industria alimentaria. Generalmente se hacen a partir de granos, cereales o legumbres. Para prepararlos, se usan altas temperaturas y presión, lo que provoca que se “expandan” o inflen.

Este proceso cambia su composición: los carbohidratos se vuelven más fáciles de digerir, porque se gelatinizan, es decir, se ablandan o se rompen. Además, se eliminan algunas sustancias que antes impedían que el cuerpo aproveche bien los minerales, como el ácido fítico. Gracias a esto, el cuerpo puede absorber mejor nutrientes importantes como el hierro o el zinc.

2.1.5 Maíz

Planta perteneciente a la familia de las gramíneas, de tallo grueso, de uno a tres metros de altura según la especie, hojas largas, planas y puntiagudas, flores masculinas en racimos terminales y flores femeninas en axilas protegidas por una vaina. Originaria de América tropical, se cultiva en Europa y produce un grano amarillo espeso que es muy nutritivo.

El maíz es un alimento muy importante a nivel mundial. Junto con el arroz y el trigo, forma

parte del grupo de cultivos que más se consumen en todo el planeta. Estos tres alimentos básicos representan casi el 60 % de las calorías que muchas personas consumen a diario, especialmente en países en vías de desarrollo.

En regiones como África subsahariana, el maíz es el alimento principal de la dieta diaria. Se prepara de muchas formas, pero una de las más comunes es en forma de papillas (como una especie de puré), que se usa para alimentar a los niños pequeños. Esto lo hace un alimento clave para combatir la desnutrición, porque es fácil de preparar, accesible para muchas familias, y forma parte de su cultura alimentaria. (La Alianza de Bioversity International, 2024)

Sin embargo, aunque el maíz llena el estómago, no siempre tiene todos los nutrientes necesarios para un crecimiento y desarrollo saludable, especialmente en niños. Por eso es tan importante mejorar su calidad nutricional, por ejemplo, a través de técnicas como la biofortificación, que busca enriquecer el maíz con más vitaminas y minerales (como hierro o zinc), sin cambiar la forma en que se cultiva o consume.

En resumen, el maíz no solo es un cultivo fundamental en muchas partes del mundo, sino también una herramienta importante en la lucha contra el hambre y la desnutrición. Por eso, hacer que este alimento sea más nutritivo puede tener un gran impacto en la salud de millones de personas.

El maíz, rico en almidón, es considerado uno de los alimentos básicos de los pueblos de la Sierra Peruana, después de la papa, donde la mayor parte de la producción es para consumo personal en forma de maíz, mote, harinas precocidas, bebidas. entre otros, lo que equivale a unos 9,4 kilos de maíz por año. (MIDAGRI, s. f.)

Figura 3

Maíz (Zea mays)



Nota. Imagen obtenida de dfinnova.com

Tabla 1

Taxonomía del maíz (Zea mays)

Subdivisión:	Magnoliophyta
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales

Nota. Recuperado de <https://repositorio.inia.gob.pe/browse/subject?scope=16288197-9abd-4191-a713-1d7dc7e2f53e&value=Ma%C3%ADz&bbm.return=1>

La importancia del maíz en el mundo no se limita a su producción y papel en la nutrición humana y animal, ya que es materia prima para la producción de harina precalentada, aceite, cereales para el desayuno y alimento balanceado para animales, además de un ingrediente importante en diversos productos alimenticios e industriales, desde la producción de edulcorantes, confitería, refrescos y papillas, bebidas alcohólicas hasta la producción de etanol para combustible de automóviles y la producción de importantes componentes para la industria automotriz, farmacéutica, cosmética, diseño de moda, confección y calzado. Industria, fuente para la producción de fibras de nailon y plásticos fenólicos, producción de aceite para lubricantes y pudín de detergentes para la producción de caucho sintético, uso de algas para la producción de fertilizantes orgánicos, etc. (Mendoza, 2017)

Tabla 2

Composición nutricional del maíz

Composición (%)	Endospermo	Embrión
Almidón	87.6	8.3
Grasas	0.8	33.2
Proteínas	8	18.4
Cenizas	0.3	10.5
Azúcares	0.6	10.8
Resto	2.7	18.8
Materia seca (%)	83	11
Composición (%)	Pericarpio	Escutelo
Almidón	7.3	5.3
Grasas	1	3.8
Proteínas	3.7	9.1
Cenizas	0.8	1.6
Azúcares	0.3	1.6
Resto	86.9	78.6
Materia seca (%)	5.2	0.8

Nota. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14352/33739>

2.1.5.1. Harina de maíz

Para poder realizar la elaboración de la harina de maíz primero se investigó el valor nutricional que tiene esta harina. Como establece la Base de Datos Española de la Composición de los Alimentos (BEDCA), la harina de maíz en cada 100 gramos está aportando 329 kcal, 66 g de carbohidratos y en proteínas tenemos 8 g, son menos de 3 g de grasas. También contiene minerales (fosforo, potasio) y vitamina A.

Se obtiene de moler granos o mazorcas de maíz para lograr que el producto salga en polvo se realizan varias métodos y técnicas para que salga el producto. La información que se indica sobre esta harina que es rico en magnesio, calcio, potasio y se sabe que contiene alto porcentaje de fibra.

2.1.5.2. Tipos de harinas según la variedad del maíz

a. Harina de maíz amarillo:

Es la más común porque se extrae del propio maíz no pasa por ningún tratamiento.

b. Harina de maíz blanco:

Para poder obtener esta harina el grano del maíz se tiene que pelar para así poder sacar la primera capa o cáscara que tiene quitándosele así el color amarillo esto se realiza con la ceniza del carbón o con cal.

c. Harina de maíz morado:

Al obtener esta harina es de color púrpura no se realiza tratamiento para quitar las cascaras

es más denso en nutrición que el maíz común es usado para galletas, pasteles y panes.

2.1.6 Lúcumá

El lúcumo es un fruto andino, considerado el oro de los Incas, es originario de los valles peruanos entre los Andes., con gran cantidad de pulpa harinosa quebradiza de color amarillo/naranja, tiene una forma ovoide, un color amarillo verdoso y un agradable aroma, además de un sabor dulce e intenso.

En los últimos años, esta fruta se ha vuelto extremadamente popular en el mercado internacional y se prevé que su demanda aumentará significativamente en el futuro debido a sus cualidades como alimento funcional. Esto se debe a su riqueza en componentes bioactivos como β -carotenos, niacina, compuestos fenólicos, fitoesteroles, entre otros, que le confieren propiedades beneficiosas para la salud. Entre estas propiedades se incluyen su capacidad antiinflamatoria, su efecto antioxidante, su acción antihipertensiva, sus propiedades antibacterianas, su capacidad energizante, su acción cicatrizante y su uso como edulcorante natural.(Maza-De La Quintana & Paucar-Menacho, 2020)

Figura 4

Fruta de Lúcuma



Nota. Imagen obtenida de Mariposa Andina.com

En la actualidad, se está investigando en profundidad su influencia en el metabolismo, su potencial antidiabético, sus propiedades anticancerígenas, así como su consumo para prevenir enfermedades cardíacas y para contrarrestar el Alzheimer. Las propiedades de la lúcuma siguen siendo objeto de investigación, y se esperan descubrir aún más beneficios y aplicaciones en el futuro. (Maza-De La Quintana & Paucar-Menacho, 2020)

Debido a la demanda internacional, también juega un papel importante en el comercio agrícola y promueve el crecimiento económico. (Yapias et al., 2021)

El territorio peruano es uno de los países principales en producción de la fruta subtropical originaria de las estribaciones centrales de los andes. En estos últimos tiempos la demanda de este producto no sólo es por su pulpa fresca, se busca el alimento seco.

Esta es de a frutas más consumidas en el mundo es por ello que se indica el gran crecimiento de las exportaciones pues el principal mercado fue Estados Unidos después siguen Canadá y Australia, obteniendo así un 23 % de evolución en las exportaciones así indico el diario Comercio.

Durante todo 2024, las exportaciones alcanzaron 704.2 toneladas, lo que significó un incremento del 45.2% respecto a 2023. Se enviaron a 24 países, destacando las variedades Seda y Palo. Además, se registró un crecimiento promedio anual del 6.9% en los últimos seis años.(Agencia Agraria de Noticias, 2024)

Tabla 3

Composición de la pulpa de lúcuma (por cada 100 g de pulpa)

Componente	Yahia y Gutierrez- Orozco (2011)	MINSA (2017)	Duarte y Paull (2015)
Agua	62%	61,70%	72,3%
Proteína	2.3 g	2,1 g	1,5g
Carbohidratos	33,2 g	34,9 g	25g
Grasas	0,2 g	0,2 g	0,5g
Fibra	1,1 g	10,2 g	1,3g
Calcio	16 mg	16 mg	16mg
Fósforo	26 mg	26 mg	26mg
Hierro	0,4 mg	0.79 mg	0,4mg
Tiamina	0.01 mg	0,01 mg	0,01mg
Riboflavina	0,14 mg	0,14 mg	0,14mg
Niacina	1,96 mg	1,96 mg	1,96mg
Vitamina C	5,4mg	0,77 mg	2,2mg
Vitamina A		292 ug	
β-carotenos		1750	

Nota.(Maza-De La Quintana & Paucar-Menacho, 2020)

2.1.5.3. Harina de lúcuma:

Producto obtenido de un proceso de molienda de la pulpa deshidratada de la fruta Lúcuma o también conocido como Pouteria Lucuma (R. y P.).

Al probar la harina de lúcuma se comprobó que no cambia su sabor dulce por el cual se convierte en gran opción así implementándose en los batidos, postres y más. El color que toma es naranja lustroso el aroma que se percibe es muy suave, no contiene gluten y es muy baja en sodio pues así lo pueden consumir las personas vegetarianas como también los celíacos.

La lúcuma contiene vitaminas A y B3, también tiene minerales como el zinc, calcio, niacina y por último pero no menos importante el hierro siendo así que las personas que tienen elevado el colesterol o triglicéridos pueden consumirlo así disminuyan estos.

Como se explicó en el punto 4.3 (Relación tamaño-tecnología), el proceso de producción consta de las siguientes etapas: selección de la lúcuma, lavado, pelado, deshuesado, trozado, deshidratado, molido y embolsado. Dentro de las actividades críticas del proceso están las de deshidratado y molido, ya que en estas se determinan las propiedades características de la harina de lúcuma.

2.1.5.4. Desarrollo el proceso para la harina de lúcuma

Las operaciones más importantes son el secado y la molienda, ya que determinan la calidad final de la harina en términos de humedad y aspereza.

Se analizaron diferentes tecnologías existentes para las operaciones de deshidratación y molienda, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas.

Un estudio analizó cómo agregar harina de lúcuma a la pulpa de esta misma fruta ayuda a

que dure más tiempo. Descubrieron que, si se le añade un 30 % de harina, se reduce la cantidad de agua disponible (lo que técnicamente se llama "actividad de agua"), bajando a un nivel de 0.94. Esto es importante porque, con menos agua libre, es más difícil que crezcan hongos o bacterias. Gracias a eso, el producto puede conservarse por unos 31 días si se guarda al vacío.(Rumiche Seminario & Rumiche Seminario, 2023)

a) Máquina de liofilización

La liofilización es una técnica que consiste en congelar un producto y luego sacarle el agua, pero sin derretirla. En vez de pasar de hielo a agua líquida, el hielo se convierte directamente en vapor gracias al uso de una cámara al vacío. En nuestro proyecto, lo que hacemos es congelar la lúcuma y meterla en una cámara especial, donde el agua que tiene se transforma de hielo a gas sin necesidad de calor, todo con una máquina llamada liofilizador (Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición, 2023).

Entre sus ventajas están:

- Se conserva casi todo el valor nutritivo de los alimentos.
- Ayuda a mantener los productos por más tiempo.
- Es fácil de transportar y almacenar.
- No permite que crezcan microbios.
- Como no se usa calor alto, no se dañan las propiedades del alimento.

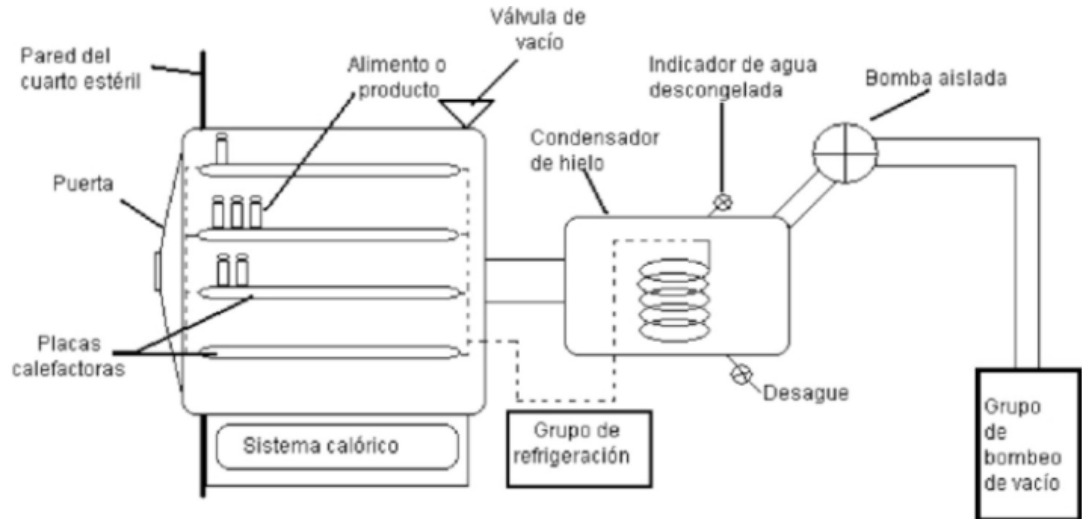
Pero también tiene desventajas, como:

- Tarda bastante en completarse.

- Usa mucha energía eléctrica.
- Las máquinas son costosas, por lo que la inversión es alta.

Figura 5:

Componentes de un liofilizador



Nota. Recuperado de Alimentos Argentinos. Parzanese Magalí. Tecnologías para la Industria Alimentaria. Liofilización de alimentos. Ficha N° 3.

b) Secador de bandejas

(Gutiérrez& Rafal 2015) Dicho secador está constituido por una cámara en donde se encuentran bandejas perforadas en capas de espesor de 2-6 cm. En el fragmento superior se encuentra un ventilador y una gama de resistencias eléctricas que permiten suscitar corriente eléctrica la cual circula a través de las bandejas deshidratando la lúcuma.

Presenta como ventajas: Previene el secado excesivo, puede acelerar el secado, es económico de comprar y operar, especialmente desarrollado para secar frutas y

verduras.

Como desventajas se tiene que la temperatura se controla con dificultad y se utiliza solo en pequeñas instalaciones.

c) Ventana Refractiva

Este tipo de secadora consta de un baño termostático fabricado en acero inoxidable lleno de agua esterilizada. Hay una cubierta de plástico (película Mylar) sobre la superficie del agua, que sirve de contacto entre el agua y los trozos de lúcumas. El agua tiene una temperatura de 95°C y la transferencia de calor se produce a través de la película Mylar,

El secado se realiza en tiempos más cortos en comparación con el secador en bandejas, no modifica significativamente en el color de la fruta, es ideal para alimentos.

Sin embargo, limita la producción continua, se debe considerar para una producción por lotes.

d) Lecho fluidizado

El proceso de lecho fluidizado es un proceso en el que un flujo ascendente de aire caliente suspende rodajas de lúcumas del fondo de la cámara. La lúcumas deshidratada a medida que sube lateralmente pasa por la bajante, que la dirige al separador de finos. Este mecanismo acelera el tiempo de deshidratado y mantiene constante la temperatura de secado, tiene una gran capacidad de producción, pero implica un alto costo de inversión.

e) Secador de tambor

Está conformado por tambores o cilindros hechos que se encuentran girando y que son calentados interiormente mediante vapor. Las rodajas de lúcum son colocadas en el interior y removidas con espátulas.

Es un equipo de fácil operación y mantenimiento, el producto de la deshidratación cuenta con buena porosidad y por ende buena rehidratación y cuenta con alta eficiencia de consumo de energía.

Por otro lado, se dificulta la remoción por el contenido de azúcar de las frutas a deshidratar, se corre el riesgo de alterar la composición del producto o de quemarlo si no se cuenta con la adecuada supervisión.

f) Molido

Es la transformación del producto en fécula a través de un proceso físico, se puede llevar a cabo a través de:

- **Molino de rodillos**

En este tipo de molino, dos cilindros giran en direcciones opuestas para que las partículas sólidas producidas por el proceso de deshidrogenación permanezcan comprimidas, lo que resulta en una reducción de tamaño.

- **Molino de disco**

Los molinos de discos reducen el tamaño de las partículas debido a la alta velocidad de rotación de los discos. Se utiliza principalmente para producir partículas finas en la industria de los molinos harineros.

- **Molino de martillos**

Esta máquina consta de un rotor giratorio dentro de un cuerpo cilíndrico.

Hay varios martillos alrededor del rotor. La reducción del tamaño de las partículas se debe en gran medida a la acción de estos martillos. Se utilizan principalmente para la producción de partículas finas.

2.1.7 Quinua

La quinua (*Chenopodium Quinoa*) es uno de los pocos alimentos con valor nutricional, es decir en el equilibrio adecuado de proteínas, carbohidratos y minerales. Considerada sin gluten, la proteína se compone de albúminas y globulinas que son solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la cocina.

Esto indica que la quinua es considerada un alimento completo de aminoácidos esenciales para el ser humano.

La quinua es un alimento muy completo y nutritivo. Tiene bastante proteína (en promedio 16 %, aunque puede llegar hasta 23 %) y, lo mejor, es que contiene todos los aminoácidos que nuestro cuerpo necesita, como la lisina y la metionina. También aporta muchos minerales importantes como hierro, calcio, magnesio, zinc y fósforo, además de vitaminas del grupo B. Por eso es ideal para personas que no pueden comer gluten o que necesitan mejorar su alimentación.(Soto & Vilchez, 2024)

Con el paso del tiempo, su cultivo ya no se limita solo a los Andes. Hoy en día se siembra en más de 90 países y su producción ha crecido bastante: pasó de 32 mil toneladas en 1961 a

más de 160 mil en 2019. En 2023, Perú lideró la producción mundial, con más del 60 % del total. Todo esto demuestra que la quinua es una opción muy importante para enfrentar problemas como el cambio climático y la falta de alimentos nutritivos en muchas regiones del mundo.(Mohamed et al., 2021)

Figura 6

Planta de quinua



Nota: Recuperado de <https://quinua.pe/quinua-valor-nutricional/>

Tabla 4

Referencias de componentes en quinua (g/100 g de material fresco)

Componentes	(Dini y col., 1992)	(Koziol, 1992)	(De Bruin, 1963)	(Wrigth y col., 2002)	Media
Proteínas	12,5	16,5	15,6	16,7	15,33
Grasas	8,5	6,3	7,4	5,5	6,93
Cenizas	3,7	3,8	3,0	3,2	3,42
Carbohidratos	60,0	69,0	69,7	74,7	68,35
Fibra	1,92	3,8	2,9	10,5	4,78

Nota: Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/343572369_BIBLIOGRAPHICAL_ANALYSIS_A

2.1.8 Espirulina

La espirulina, también conocida científicamente como *Arthrospira* o *Limnospira*, es un tipo de alga microscópica de color azul verdoso que crece en el agua. Aunque se le llama “alga”, en realidad es una cianobacteria, un organismo muy antiguo que hace fotosíntesis, como las plantas. Hoy en día, se cultiva sobre todo en estanques especiales o ambientes controlados, porque se ha descubierto que tiene un valor nutricional muy alto.(Chaouachi et al., 2024)

Lo que más llama la atención de la espirulina es que contiene entre un 50 % y un 70 % de proteína, lo cual es muchísimo comparado con otros alimentos. Y lo mejor es que esas proteínas tienen todos los aminoácidos esenciales, los que el cuerpo necesita pero no puede producir por sí solo.

Además, la espirulina no solo aporta proteínas: también tiene grasas buenas para la salud, muchas vitaminas del grupo B (que ayudan con la energía y el sistema nervioso), vitamina E (un antioxidante) y minerales importantes como hierro, zinc y cobre. Por todo esto, es un complemento alimenticio muy valorado, sobre todo en dietas vegetarianas o para personas que necesitan un refuerzo nutricional, como deportistas o quienes están recuperándose de alguna enfermedad.

Según (Hernández Rodríguez, 2021), La espirulina filamentosa, compuesta de células individuales de color azul verdoso, obtiene su color de la presencia de ficocianina y clorofila. Mantiene una estructura en espiral, normalmente con un diámetro de 8-10, y a pesar de su carácter cosmopolita, prospera en charcos y acequias, lagos y estanques alcalinos de poca profundidad y filtración constante, con una temperatura de 30-35 grados.

(Malpartida et al., 2022) Se considera el alimento del futuro no sólo por su nombre, está reconocido como seguro (GRAS) y por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) por su enorme aporte nutricional y antioxidante y es seguro en ambientes desérticos. Un cultivo ideal, especialmente en lugares donde el agua salada no sustenta la agricultura tradicional.

Además, si se cultiva en un ambiente de agua alcalina y salobre, la posibilidad de contaminación es baja.

Mientras tanto, el uso de la espirulina se remonta al año 1300 d.C. Cuando la cultura azteca extraía la espirulina de Texcoco y elaboraba una torta seca llamada “Tequitlatl”.

La Espirulina es muy apreciada, principalmente porque aporta vitaminas, proteínas y favor a controlar la glucosa en sangre. (Malpartida et al., 2022), recobrando importancia cuando la NASA la propuso para la alimentación de los astronautas (Sánchez, 2020)

Tabla 5*Composición nutricional de la espirulina (Aminoácidos esenciales y no esenciales)*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Aminoácidos esenciales		
Leucina	5,9-6,5	5,380
Valina	7,5	3,940
Isoleucina	6,8	3,500
Lisina	2,6-3,3	2,960
Fenilalanina	2,6-3,3	2,750
Metionina	1,3-2,0	1,170
Triptófano	1,0-1,6	1,090
Aminoácidos no esenciales		
Ácido glutámico	7,3-9,5	9,130
Ácido aspártico	5,2-6,0	5,990
Cisteína	0,5-0,7	5,90

Nota: Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>

Tabla 6*Composición nutricional de la espirulina (Vitaminas)*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Vitaminas		
Vitamina A	0,11-0,2	352,000
Vitamina K	2,2 mg	1090 mg
Timina B1	3-4 mg	0,5 mg
Riboflavina B2	2,5-3,5	4,53 mg
Fenilalanina	2,6-3,3	2,770
Niacina B3	0,014	14,9 mg
Vitamina B6	0,5-0,7	0,96 mg
Vitamina B12	0,15-0,25	162 mg

Nota: Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>

Tabla 7

Composición nutricional de la espirulina (Minerales)

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Minerales		
Potasio	1-14	1,660 mg
Sodio	0,45-0,5	641 mg
Fosforo	0,3-0,7	961 mg
Calcio	0,1-0,4	468 mg
Magnesio	0,1-0,2	319 mg
Manganeso	0,005	3,26 mg
Zinc	0,003	1,45 mg
Cobre	0,0012	0,47 mg
Cromo	0,28 mg	400 mcg

Nota: Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Área de ejecución

El trabajo de investigación, se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de la ciudad de Lambayeque, en los laboratorios de alimentos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias – FIQIA.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo de investigación realizada fue de carácter experimental.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población será la harina de maíz, harina de quinua, comprada en el mercado de abastos, Moshoqueque, así como la harina de Espirulina adquirida a un proveedor certificado.

Harina de lúcuma, fue elaborado en los laboratorios de las instalaciones de la facultad de ingeniería química e industrias alimentarias de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.3.2. Muestra:

Se empleará 1Kg harina de lúcuma, 1kg de espirulina, 1 500 gr de harina de quinua y 9 kg de harina de maíz; el cual, se plantea realizar nueve formulaciones con espirulina y quinua cada una con tres réplicas, sumando en total 27 muestras y además una muestra control, aplicando finalmente 28 pruebas, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8

Formulaciones para la elaboración de un snack expandido a base de harina de maíz harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de Quinua

Formulación			% Quinua		
			C ₁	C ₂	C ₃
F1	% espirulina	P ₁	P ₁ C ₁	P ₁ C ₂	P ₁ C ₃
F2		P ₂	P ₂ C ₁	P ₂ C ₂	P ₂ C ₃
F3		P ₃	P ₃ C ₁	P ₃ C ₂	P ₃ C ₃

$$\begin{aligned}
 \text{Número Total de Pruebas} &= (\text{N}^{\circ} \text{ de matriz}) (\text{N}^{\circ} \text{ de réplicas}) + \text{Muestra control:} \\
 &= (9) * (3) + 1 \\
 &= 28
 \end{aligned}$$

3.4. Variables de estudio

3.4.1. Variable independiente

- Porcentaje de Espirulina
- Porcentaje de Quinoa

3.4.2. Variable dependiente

- Características organolépticas
- Valor nutricional de snack

Tabla 9

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Índice
Variable independiente			
Espirulina	C ₁ : 5% Espirulina	Porcentaje de peso	%
	C ₂ : 10% Espirulina		
	C ₃ : 15% Espirulina		
Quinoa	P ₁ : 10% Quinoa	Porcentaje de peso	%
	P ₂ : 20% Quinoa		
	P ₃ : 30% Quinoa		
Variable dependiente:			
Características organolépticas	Sabor	Escala hedónica	1 a 5 puntos
	Olor		
	Color		
	Textura		
Valor nutricional	Apariencia	Contenido de humedad	%
	Humedad		
	Proteína		

3.5. Equipos y materiales de laboratorio, técnicas de análisis e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Materiales de laboratorio

3.5.1.1. Materias primas e insumos

- Harina de Quinoa
- Harina de Maíz
- Harina De Lúcura
- Harina de Espirulina
- Sal

3.5.1.2. Material para el proceso

- Extrusora FIQIA
- Balanza
- Bowls o tazones en acero inoxidable marca Ecomark Perú
- Bolsas de polipropileno de alta densidad
- Selladora manual de bolsas
- Moledor manual

3.5.1.3. Material de laboratorio

- Vaso de precipitación
- Tamiz

3.5.1.4. Material personal

- Guardapolvo

- Cofia
- Mascarilla
- Guantes

3.5.2. Equipos e instrumentos de laboratorio

- Equipo de determinación de proteína mediante extracción Soxhlet
- Balanza electrónica marca Henkel

3.5.3. Técnicas

En el presente trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación, medición y experimentación.

Tabla 10

Técnicas de recolección de datos

Análisis	Criterios	Métodos	Equipos
Determinación de porcentaje Harina de Maíz	Cantidad de harina presente en la mezcla final	Pesado	Balanza de precisión
Determinación de Harina de Lúcumá	Porcentaje de sustitución de la harina	Pesado	Balanza de precisión
Determinación de Harina de Espirulina	Cantidad exacta de espirulina en la formulación	Pesado	Balanza de precisión
Determinación de Harina de Quinoa	Cantidad exacta de quinoa en la formulación	Pesado	Balanza de precisión
Determinación de características organolépticas	Evaluación sensorial del sabor, textura, color, olor	Análisis sensorial	Panel sensorial no entrenado
Determinación de valor nutricional	Contenido proteico	Método Kjeldahl	Sistema de digestión y destilación Kjeldahl

3.5.4. Instrumentos de recolección de datos

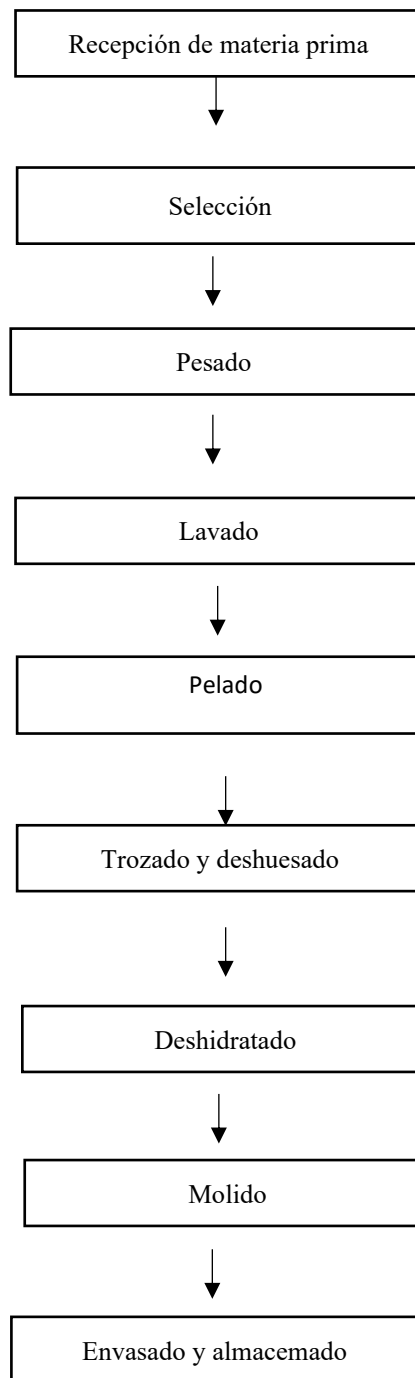
- Ficha de análisis fisicoquímico
- Ficha de análisis microbiológico
- Ficha de análisis sensorial

3.5.5. Metodología experimental

Para la obtención de snack expandido a base de harina de Maíz, harina de Lúcumá, enriquecido con Espirulina y harina de Quinua, se emplearon los siguientes procesos:

Esquema 1

Diagrama de flujo para la elaboración de harina de lúcura



a) Recepción

En este recorrido se reciben y almacenan la materia prima e insumos. se procede a su limpieza.

b) Selección

Luego de recibida la fruta esta es ingresada por una banda transportadora en donde se retira la fruta no apta para el proceso. Se procede a verificar que la fruta no presente magulladuras.

c) Pesado

Después de la fase de selección, se pesa para determinar la cantidad que ingresa al proceso de producción. También nos ayuda a determinar el rendimiento de nuestro proceso y tomar decisiones basadas en la eficiencia de la producción.

d) Lavado

Seguidamente, las frutas seleccionadas se lavan mediante inmersión y pulverización. Para ello se colocan en una lavadora de frutas y se sumergen en agua potable (agua de inmersión) en la que se prediluye lejía en una proporción de 4 gotas de lejía por litro de agua. Luego pasan por una ducha a presión, lo que hace más eficiente el proceso de limpieza. El objetivo de esta actividad es eliminar suciedad, mugre, hojas, tallos o materias extrañas adheridas al fruto. En este caso se pierde el 0,05% en peso del total de lúcumas lavadas.

e) Pelado

Después de la limpieza, los frutos limpios siempre se colocan en cajas de carga herméticas para evitar la contaminación, y los operarios proceden al pelado de las mismas.

f) Trozado y deshuesado

Después de pelarla, la lúcuma se corta a mano, procurando que cada rebanada tenga entre 0,5 y 0,7 cm de espesor. Al cortar la lúcuma, se retiran las semillas y con el cuidado de no dejar pulpa pegada a la semilla.

Los pedazos se colocan en bandejas de plástico herméticas y están listas para el siguiente paso.

g) Deshidratado

Se colocan las bandejas en la máquina para comenzar a extraer el líquido. El secado debe realizarse durante 16 horas a una temperatura de 65°C. (Lavado Soto, 2013).

Una vez seca la pulpa, se procede a moler inmediatamente, porque se corre el riesgo de que si se deja reposar absorba humedad del ambiente.

h) Molido

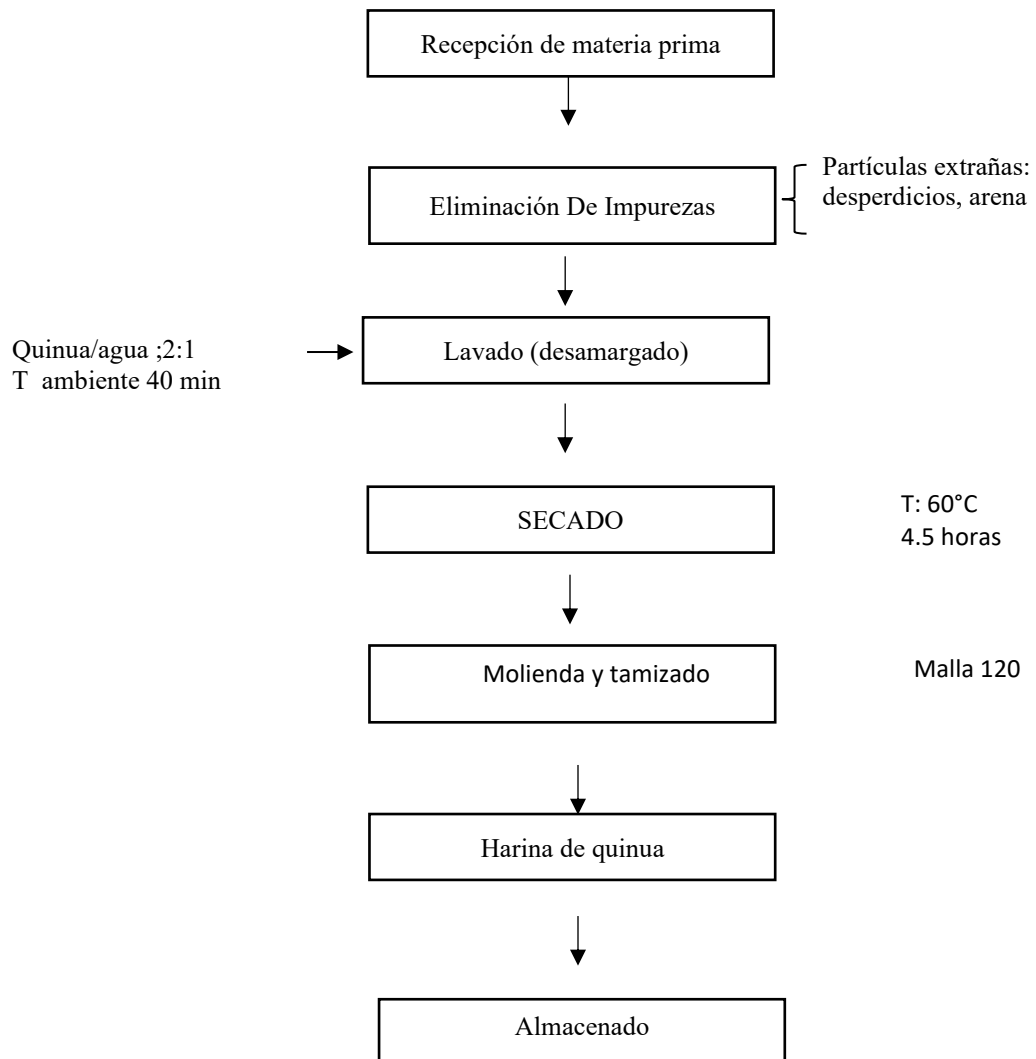
En la operación de molienda, la lúcuma deshidratada se transfiere a un molino de martillos, donde se obtiene la lúcuma de 0,5 mm de espesor requerida. Para cumplir con este requisito, se tamiza la harina.

i) Envasado y etiquetado

Durante esta operación, la harina de lúcuma se envasa en bolsas y se procede a su etiquetado.

Esquema 2

Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua

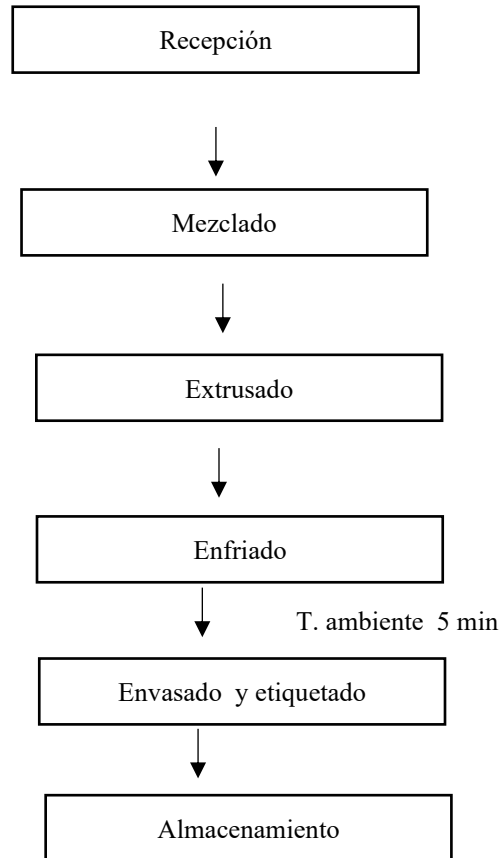


Nota.(Pantoja-Tirado et al., 2020)

Esquema 3

Descripción del proceso de flujo para la elaboración de snacks de base de harina de maíz, harina de lúcuma, enriquecido con espirulina y harina de quinua.

Harina de maíz, lúcuma,
Quinua y espirulina



a) Recepción:

Se utilizan granos de maíz chancado, harina de maíz amarillo, harina de lúcuma, harina de quinua, espirulina en polvo para poder elaborar el snack.

b) Mezclado

Se procede a la mezcla de las harinas de maíz, lúcuma, quinua y espirulina de acuerdo a las proporciones de la fórmula.

c) Laminado y moldeado

La mezcla se coloca en recipientes de acero inoxidable apto para uso alimentario, por medio de un rodillo se le da el espesor deseado y se corta de acuerdo a la dimensión y forma deseada.

d) Cocción

Luego esta lámina puede ser sometida a dos procesos de tratamiento térmico horneándose a 160 °C durante 40 minutos, o friéndose a 180 °C durante 10 minutos en aceite vegetal o preferentemente en manteca de cerdo.

e) Enfriamiento:

Se procede a enfriar los productos a temperatura ambiente durante 5 minutos mínimo.

f) Empacado

El producto terminado se procede a envasar en bolsas aptas para alimentos.

g) Almacenado

Finalmente se procede a almacenar en un lugar limpio y protegido de la humedad.

IV. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Tabla 11

Diseño Experimental Factorial de 3 factores con N réplicas Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Apariencia	1	A1	11
	2	A2	11
	3	A3	11
	4	A4	11
	5	A5	11
	6	A6	11
	7	A7	11
	8	A8	11
	9	S9	11
Olor	1	O1	11
	2	O2	11
	3	O3	11
	4	O4	11
	5	O5	11
	6	O6	11
	7	O7	11
	8	O8	11
	9	S9	11
Sabor	1	S1	11
	2	S2	11
	3	S3	11
	4	S4	11
	5	S5	11
	6	S6	11
	7	S7	11
	8	S8	11
	9	S9	11

Tabla 12*Pruebas de efectos inter-sujetos*

Variable dependiente: Resultado

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	468,990 ^a	8	58,624	7,390	,000
Intersección	10101,010	1	10101,010	1273,237	,000
Apariencia	,000	0	.	.	.
Olor	,000	0	.	.	.
Sabor	,000	0	.	.	.
Apariencia * Olor	,000	0	.	.	.
Apariencia * Sabor	,000	0	.	.	.
Olor * Sabor	,000	0	.	.	.
Apariencia * Olor * Sabor	,000	0	.	.	.
Error	714,000	90	7,933		
Total	11284,000	99			
Total corregido	1182,990	98			

a. R al cuadrado = ,396 (R al cuadrado ajustada = ,343)

La tabla de efectos inter-sujetos del ANOVA factorial proporciona información sobre la significancia de las variables independientes (Apariencia, Olor, Sabor) y sus interacciones en la variable dependiente (Resultado). Aquí están las conclusiones clave:

Modelo Corregido:

El modelo general es significativo ($F=7.390, p<0.001$), lo que indica que al menos una de las variables independientes o sus interacciones tienen un efecto significativo sobre la variable dependiente. Esto sugiere que el modelo utilizado es útil para explicar la variabilidad en los resultados.

Intersección:

La intersección es altamente significativa ($F=1273.237, p<0.001$), lo que muestra que la media general de los datos es significativamente diferente de cero. Esto no es particularmente relevante para la hipótesis específica, pero confirma que hay variabilidad en los datos.

Factores Individuales y sus Interacciones:

Los factores individuales (Apariencia, Olor, Sabor) y sus interacciones no muestran efectos significativos (tienen suma de cuadrados y grados de libertad de 0,000 y valores F y p no definidos). Esto podría ser debido a una falta de variación en estas variables o a problemas en la inclusión de estas variables en el modelo.

Error:

La suma de cuadrados del error es 714,000 con una media cuadrática de 7,933, indicando la variabilidad residual que no es explicada por el modelo.

Coeficiente de Determinación (R^2):

El R^2 de 0.396 indica que el 39.6% de la variabilidad en la variable dependiente puede ser explicada por el modelo. El R^2 ajustado de 0.343 ajusta esta proporción teniendo en cuenta el número de predictores en el modelo.

Resumen

A pesar de que el modelo general es significativo, las variables individuales Apariencia, Olor y Sabor, así como sus interacciones, no muestran efectos significativos sobre los resultados. Esto sugiere que, aunque el modelo puede explicar una proporción moderada de la variabilidad en los datos, los factores específicos considerados no contribuyen de manera significativa. Es posible que haya problemas con la forma en que estas variables fueron introducidas en el modelo o con la falta de variación en las mismas.

Para mejorar el análisis, sería útil revisar los datos y considerar la posibilidad de recodificar las variables o simplificar el modelo para asegurar que todas las variables sean adecuadamente consideradas.

Análisis de comparación de grupos

Proteína * Espirulina

Tabla 13

Estadísticas de grupo

	Espirulina	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Proteína	Si	2	10,4950	,02121	,01500
	No	8	9,2463	,88732	,31372

Tabla 14

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Proteína	Se asumen varianzas iguales	4,730	,061	1,903	8	,094	1,24875	,65621	-,26447	2,76197
	No se asumen varianzas iguales			3,976	7,032	,005	1,24875	,31407	,50676	1,99074

t: El valor t es 3.976.

gl: Los grados de libertad (gl) son 7.032.

Sig. (bilateral): El valor p es 0.005.

Dado que el valor p es menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

Diferencia de medias: La diferencia de medias entre los dos grupos es 1.24875.

Error estándar de la diferencia:

El error estándar es 0.31407.

Intervalo de confianza del 95%:

El intervalo de confianza para la diferencia de medias es de 0.50676 a 1.99074. Dado que este intervalo no incluye 0, podemos concluir que hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

Prueba de Levene: No hay evidencia suficiente para rechazar la igualdad de varianzas ($p = 0.061$), por lo que generalmente se asumen varianzas iguales.

Prueba t :

Con varianzas iguales: No se encontró una diferencia significativa en las medias de los dos grupos ($p = 0.094$).

Sin varianzas iguales: Se encontró una diferencia significativa en las medias de los dos grupos ($p = 0.005$).

Dado que la prueba de Levene sugiere que las varianzas pueden ser iguales, la interpretación principal se basaría en la suposición de varianzas iguales, que no muestra una diferencia significativa en las medias. Sin embargo, si se considera la prueba sin la suposición de varianzas iguales, se observa una diferencia significativa.

La decisión sobre qué resultado considerar dependerá del contexto y de la importancia de la suposición de igualdad de varianzas en tu análisis.

Proteína * Quinoa

Tabla 15

Estadísticas de grupo

	Quinoa	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Proteína	Si	2	10,4950	,02121	,01500
	No	8	9,2463	,88732	,31372

Tabla 16

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Proteína	Se asumen varianzas iguales	4,730	,061	1,903	8	,094	1,24875	,65621	-,26447	2,76197
	No se asumen varianzas iguales			3,976	7,032	,005	1,24875	,31407	,50676	1,99074

t: El valor t es 3.976.

gl: Los grados de libertad (gl) son 7.032.

Sig. (bilateral): El valor p es 0.005.

Dado que el valor p es menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

Diferencia de medias:

La diferencia de medias entre los dos grupos es 1.24875.

Error estándar de la diferencia:

El error estándar es 0.31407.

Intervalo de confianza del 95% para la diferencia:

El intervalo de confianza para la diferencia de medias es de 0.50676 a 1.99074. Dado que este intervalo no incluye 0, podemos concluir que hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

Prueba de Levene:

No hay evidencia suficiente para rechazar la igualdad de varianzas ($p = 0.061$), por lo que generalmente se asumen varianzas iguales.

Prueba t:

Con varianzas iguales:

No se encontró una diferencia significativa en las medias de los dos grupos ($p = 0.094$).

Sin varianzas iguales: Se encontró una diferencia significativa en las medias de los dos grupos ($p = 0.005$).

Dado que la prueba de Levene sugiere que las varianzas pueden ser iguales, la interpretación principal se basaría en la suposición de varianzas iguales, que no muestra una diferencia

significativa en las medias. Sin embargo, si se considera la prueba sin la suposición de varianzas iguales, se observa una diferencia significativa.

La decisión sobre qué resultado considerar dependerá del contexto y de la importancia de la suposición de igualdad de varianzas en tu análisis.

La prueba de t para muestras independientes ha proporcionado resultados valiosos sobre la diferencia en los niveles de proteína entre dos grupos de muestras. Aunque la prueba de Levene sugiere que se pueden asumir varianzas iguales, los resultados de la prueba t con y sin la suposición de igualdad de varianzas ofrecen conclusiones complementarias.

Prueba de Levene:

No hay evidencia suficiente para rechazar la igualdad de varianzas ($p = 0.061$), lo que indica que las varianzas de los dos grupos son comparables.

Prueba t con varianzas iguales:

No se encontró una diferencia significativa en las medias de proteína entre los dos grupos ($p = 0.094$).

Prueba t sin varianzas iguales:

Se encontró una diferencia significativa en las medias de proteína entre los dos grupos ($p = 0.005$), con un intervalo de confianza del 95% que no incluye 0 (0.50676 a 1.99074).

Considerando estos resultados, es importante señalar que las muestras 8 y 9, que contienen espirulina y quinua, han mostrado mejores resultados en cuanto a niveles de proteína. La diferencia

de medias positiva (1.24875) y significativa ($p = 0.005$) cuando no se asumen varianzas iguales, respalda que estas muestras son superiores en contenido de proteína en comparación con las otras.

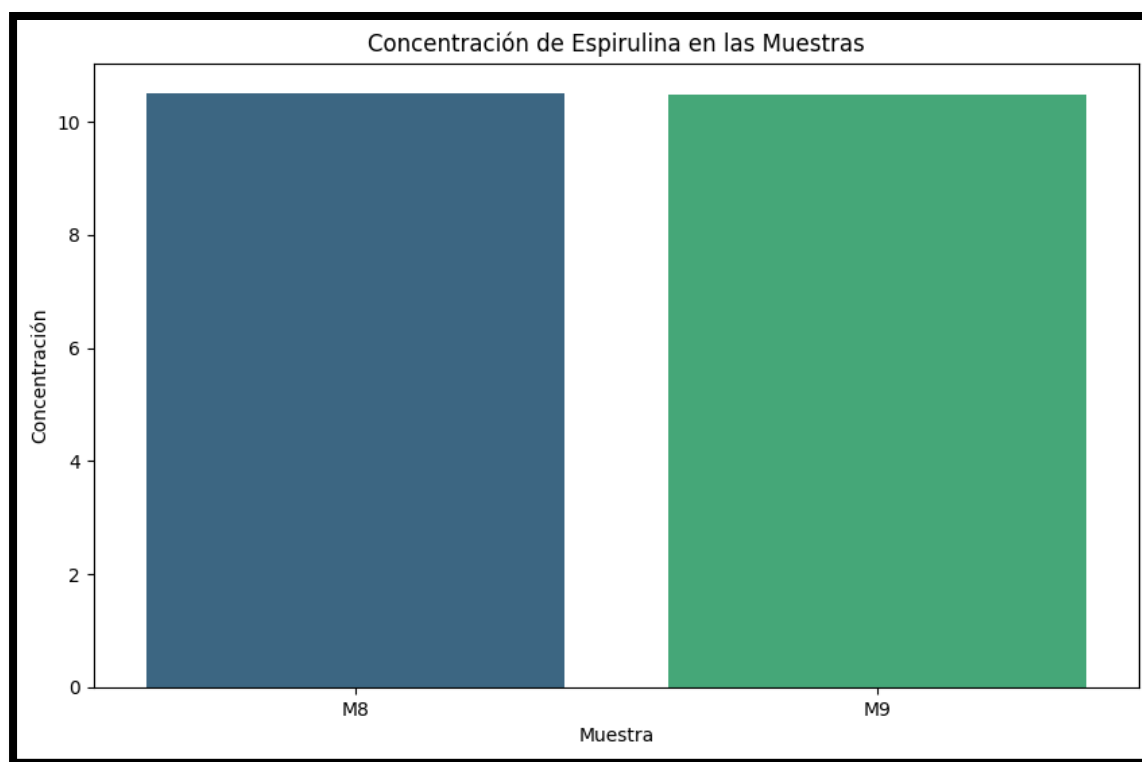
Las muestras 8 y 9, que contienen espirulina y quinua, se destacan como las mejores en términos de niveles de proteína. A pesar de que la prueba t con la suposición de varianzas iguales no muestra una diferencia significativa, la prueba sin esta suposición indica una diferencia significativa y sustancial. Por lo tanto, podemos concluir que la inclusión de espirulina y quinua en las muestras 8 y 9 ha contribuido a niveles de proteína significativamente más altos, lo que las convierte en las mejores muestras del conjunto analizado.

Los resultados indican que la adición de espirulina y quinua contribuye a aumentar el contenido proteico del snack expandido, lo que tiene implicaciones importantes en la promoción de alimentos más nutritivos. La espirulina, por su alta concentración de proteínas de alta calidad, ha jugado un papel crucial en mejorar el valor nutricional del producto. Además, la quinua, que también es rica en aminoácidos esenciales, complementa el perfil nutricional del snack.

Sin embargo, en términos de evaluación sensorial, los resultados no revelaron diferencias significativas entre las diversas combinaciones de ingredientes. Esto podría sugerir que las proporciones de espirulina y quinua utilizadas no fueron lo suficientemente diferenciadoras en términos de sabor, olor o apariencia para los consumidores. Sería interesante explorar formulaciones con niveles más elevados de estos ingredientes o realizar estudios de aceptación sensorial con paneles más amplios para obtener resultados más diferenciados.

El hecho de que las muestras con espirulina y quinua no solo mejoren el valor nutricional sino que también mantengan la aceptabilidad sensorial refuerza la viabilidad del desarrollo de este snack como un producto funcional atractivo para el mercado.

Gráfico 1



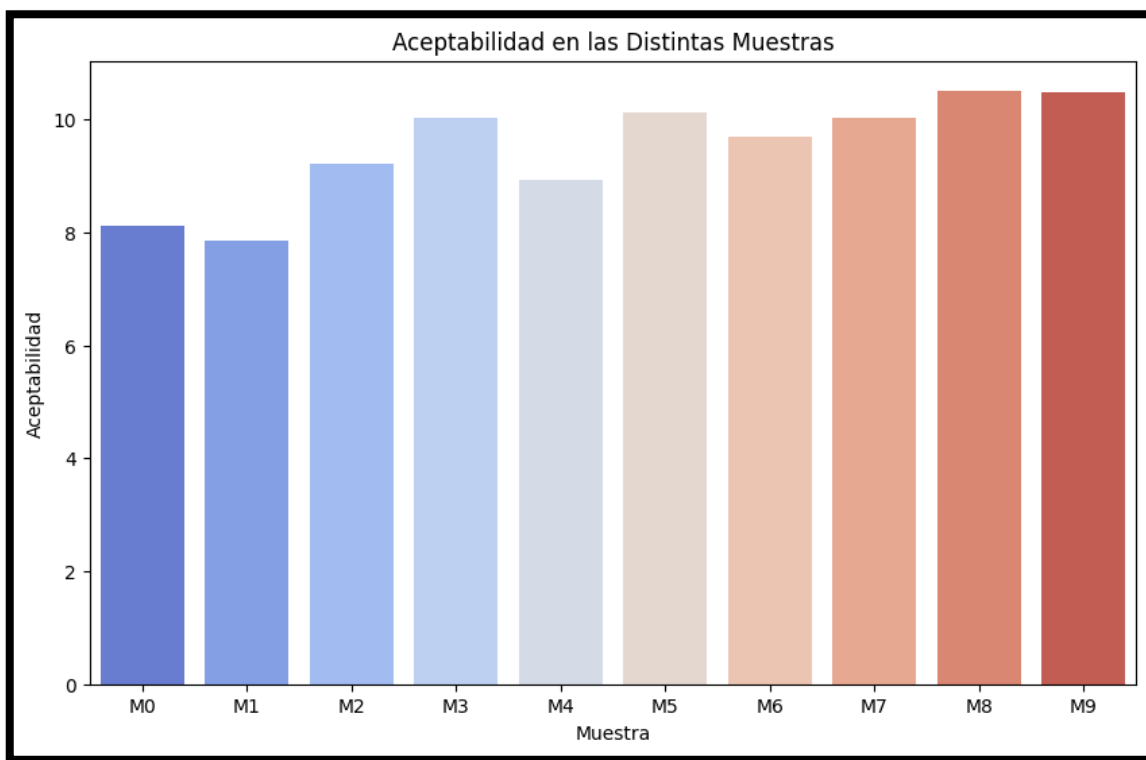
El gráfico muestra la concentración de los ingredientes a lo largo de las distintas muestras (M0 a M9). Las muestras M8 y M9, que contienen espirulina (indicadas con líneas naranjas y discontinuas), tienen concentraciones superiores a 10, lo que las distingue claramente de las demás muestras. Las muestras sin espirulina (indicadas con líneas azules) muestran variaciones en la concentración con una tendencia ascendente desde M1 hasta M3, un pico en M3, seguido por una disminución hasta M6, y luego un pequeño aumento en M7.

La presencia de quinua no parece tener un patrón claro en cuanto a la concentración. El gráfico de barras muestra la concentración de espirulina en las muestras M8 y M9. Ambas muestras tienen concentraciones muy similares, alrededor de 10.5 y 10.4 respectivamente. Este gráfico confirma

que las muestras M8 y M9, que contienen espirulina, tienen concentraciones más altas que las demás muestras que no contienen espirulina.

Las muestras M8 y M9, que contienen espirulina, tienen concentraciones significativamente más altas que las otras muestras. Esto es claramente visible tanto en el gráfico de líneas como en el gráfico de barras. Las variaciones en las concentraciones en las otras muestras no siguen un patrón claro, lo que sugiere que no hay una tendencia significativa en la concentración para las muestras sin espirulina.

Gráfico 2



El gráfico de barras muestra la aceptabilidad de las distintas muestras (M0 a M9).

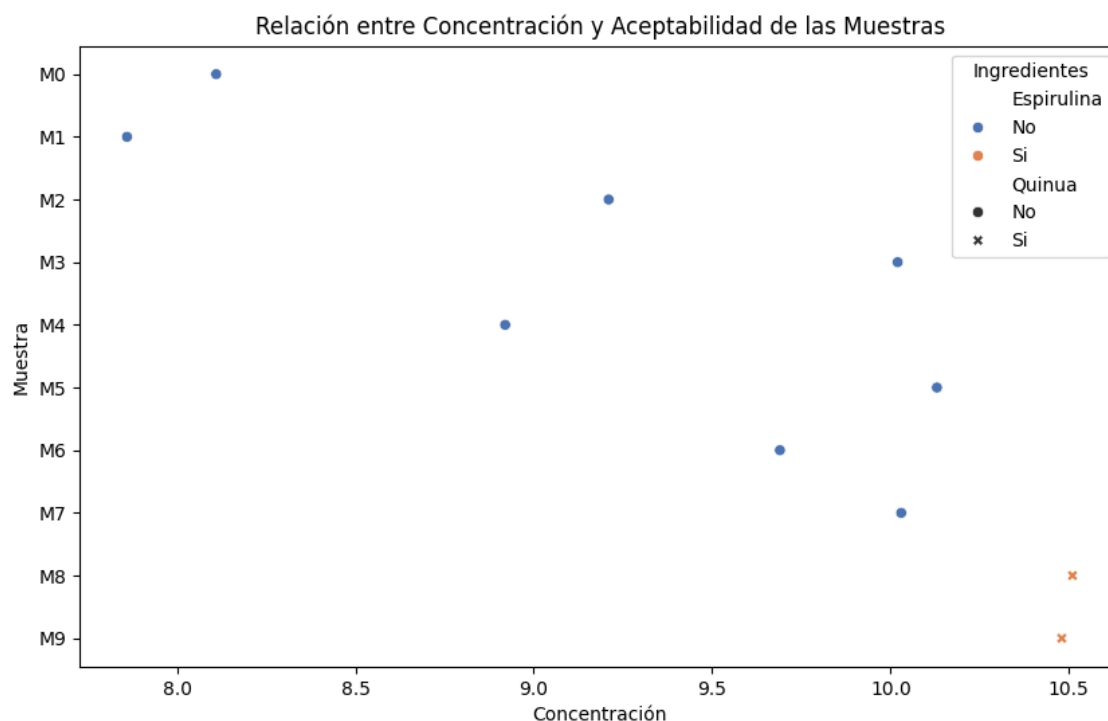
Las muestras M8 y M9, que contienen espirulina, tienen la aceptabilidad más alta, con valores alrededor de 10.5 y 10.4 respectivamente. Esto sugiere que la adición de espirulina podría estar asociada con una mayor aceptabilidad en estas muestras.

Las otras muestras tienen una variabilidad en la aceptabilidad, con valores que oscilan entre aproximadamente 7.86 (M1) y 10.02 (M3). No parece haber una tendencia clara en las muestras que no contienen espirulina, ya que los valores de aceptabilidad fluctúan sin un patrón definido.

Las muestras con espirulina (M8 y M9) tienen tanto la concentración más alta como la aceptabilidad más alta, lo que podría indicar una posible relación positiva entre la presencia de espirulina y la aceptabilidad. Las otras muestras muestran variabilidad en la aceptabilidad sin un patrón claro, lo que sugiere que otros factores podrían estar influyendo en la percepción de aceptabilidad.

La falta de una tendencia clara en las muestras sin espirulina refuerza la idea de que no hay una significancia obvia en la aceptabilidad basada en los ingredientes presentes (sin considerar espirulina).

Gráfico 3



Se puede apreciar que en aquellas muestras en donde no se aplicó Espirulina ni tampoco una concentración de ingredientes de Quinua, la concentración no es tan importante o en este caso tan consecuente, como en aquellas muestras en las cuales se hizo la aplicación de ambas, definiendo como muestras importantes a la M8 y M9, por su existencia de Espirulina y de Quinua, hacen que sea más agradable al consumo humano.

Gráfico 4



Se puede apreciar que en aquellas muestras en donde no se aplicó Espirulina ni tampoco una concentración de ingredientes de Quinua, la concentración no es tan importante o en este caso tan consecuente, al evaluarlo desde otra perspectiva, esta vez de una manera de tendencia evaluando la evolución en cada muestra al no usar espirulina ni añadirle quinua, como en aquellas muestras en las cuales se hizo la aplicación de ambas, definiendo como muestras importantes a la M8 y M9, por su existencia de Espirulina y de Quinua, hacen que sea más agradable al consumo humano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

Efecto de la espirulina y quinua en el contenido proteico: Las muestras que contienen espirulina y quinua (particularmente las muestras 8 y 9) han demostrado tener un contenido proteico significativamente mayor en comparación con las muestras que no contienen estos ingredientes. Esto confirma que la inclusión de espirulina y quinua mejora el valor nutricional del snack expandido, especialmente en cuanto a proteínas.

Diferencias significativas en la proteína: Los análisis estadísticos, específicamente la prueba t, indicaron que, bajo la suposición de varianzas no iguales, existe una diferencia significativa en los niveles de proteína entre las muestras con y sin espirulina y quinua, lo cual respalda la hipótesis de que el snack enriquecido con estos ingredientes posee un mayor valor nutricional.

Aceptabilidad sensorial: Aunque el modelo estadístico mostró significancia general en las variables sensoriales (apariencia, olor, sabor), los factores individuales y sus interacciones no mostraron efectos significativos. Esto sugiere que, si bien las formulaciones fueron aceptables, no hubo diferencias notables entre las diversas combinaciones en términos de percepción sensorial.

5.2.Recomendaciones

Optimización de la formulación: Se recomienda realizar pruebas adicionales con variaciones en las concentraciones de espirulina y quinua para encontrar un balance que maximice tanto el valor nutricional como la aceptación sensorial. Niveles más altos de espirulina podrían ser investigados para observar su impacto en el sabor y la textura del snack.

Evaluaciones sensoriales más amplias: Sería útil llevar a cabo pruebas sensoriales con una mayor muestra de participantes para obtener un perfil más representativo de la aceptación del producto. Además, sería interesante explorar la segmentación del mercado para identificar consumidores potenciales que valoren más los beneficios nutricionales sobre las características sensoriales tradicionales.

Escalabilidad y producción comercial: Considerando los resultados positivos en términos de contenido proteico, se recomienda evaluar la viabilidad económica y técnica de la producción a mayor escala de este snack. Es crucial realizar estudios sobre la vida útil del producto y su estabilidad durante el almacenamiento.

Análisis de otros componentes nutricionales: Además de la proteína, sería valioso realizar análisis en otros nutrientes como fibra, vitaminas y minerales presentes en la espirulina y la quinua, lo cual podría potenciar aún más el atractivo del snack como un alimento funcional.

VI. ANEXOS :

6.1. Insumos:

Anexo 1: Harina de quinua



Anexo 2: Harina de maíz



Anexo 3: Harina de lúcumá



Anexo 4: Maíz amarillo



Anexo 5: Harina de espirulina



Anexo 6: Productos de Desinfección



Anexo 7: Recepción de materia prima



Anexo 8: Pesado de materia prima



Anexo 9: Adición de cloro



Anexo 10: Desinfección de fruta



6.2.Elaboración de Harina de Lúcura

Anexo 11: Pelado de fruta



Anexo 12: Pesado de fruta sin cáscara



Anexo 13: Deshuesado



Anexo 14: Deshidratado en el horno 65° x 24horas



Anexo 15: Lúcura deshidratada



Anexo 16: Molido de Lúcura



6.3. Proceso del snack

Anexo 17: Homogenización de muestra base (H. lúcura + H. de maíz)



6.3.1. Pesado de muestras, de espirulina, quinua, muestra base (harina de lúcumá maíz) y maíz molido

Anexo 18: Muestra base 850 gr



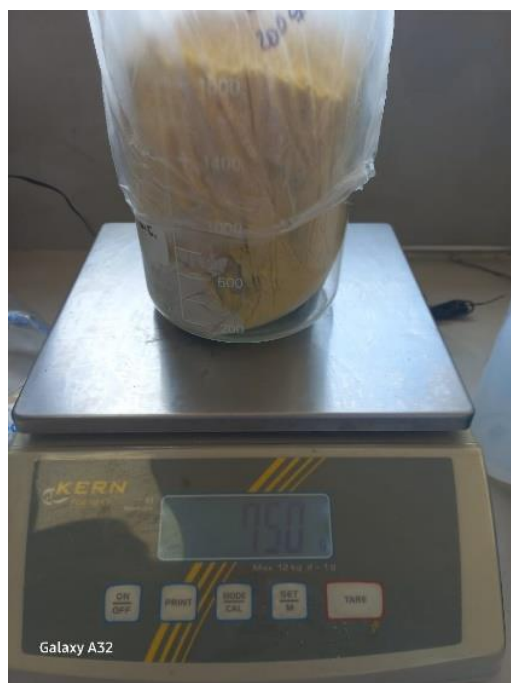
Anexo 19: 50 gr de espirulina



Anexo 20: 100 gr de quinua



Anexo 21: Muestra base 750 gr



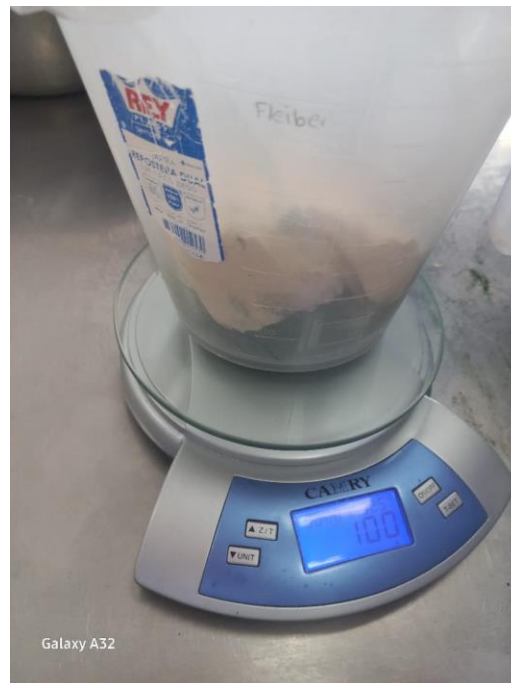
Anexo 22: 50 gr de espirulina



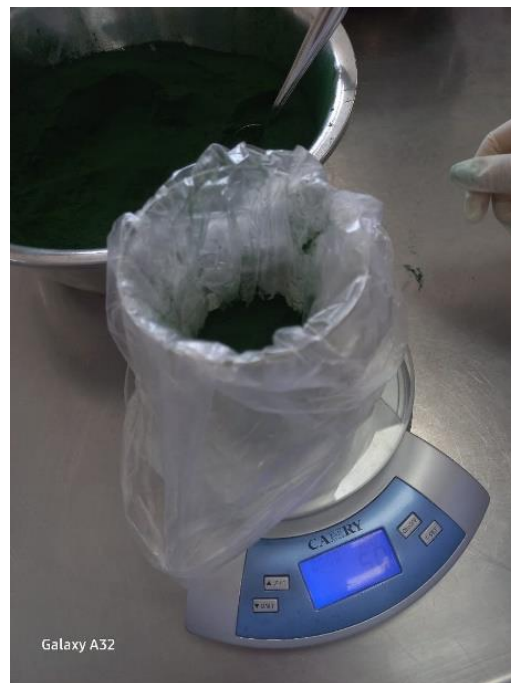
Anexo 23: 200 gr de quinua



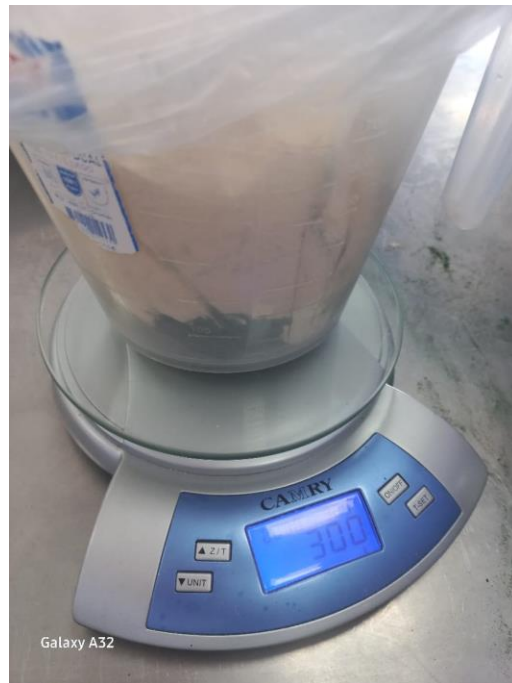
Anexo 24: Muestra base 650gr



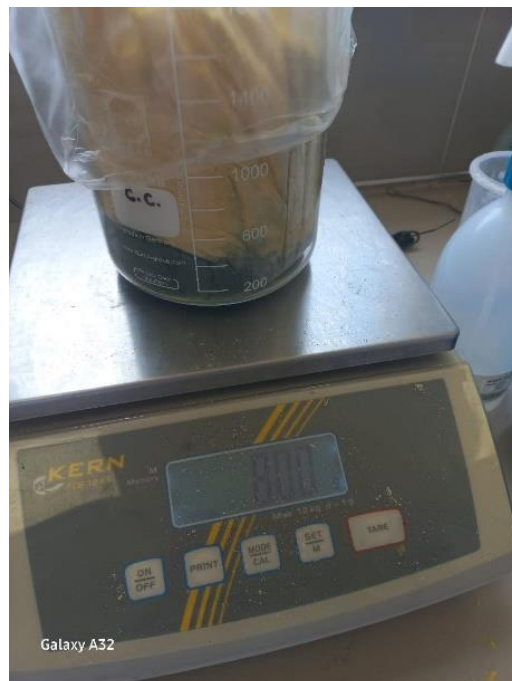
Anexo 25: 50 gr de espirulina



Anexo 26: 300 gr de quinua



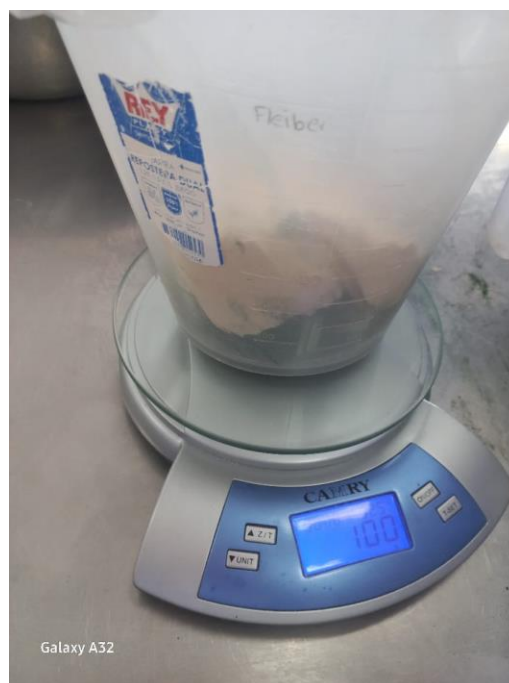
Anexo 27: Muestra base 800 gr



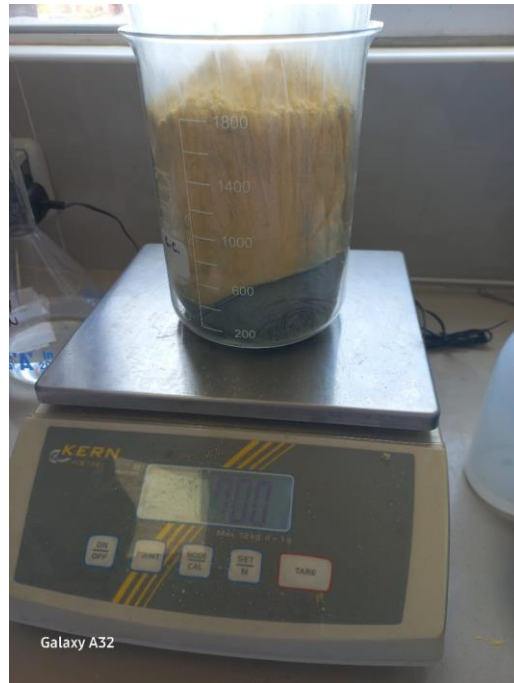
Anexo 28: Espirulina



Anexo 29: 100 gr de quinua



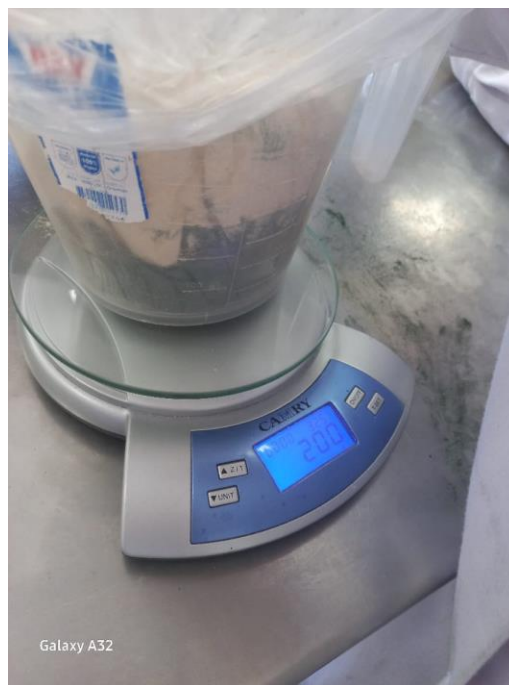
Anexo 30: Muestra base 700 gr



Anexo 31: 100gr espirulina



Anexo 32: 200 gr de quinua



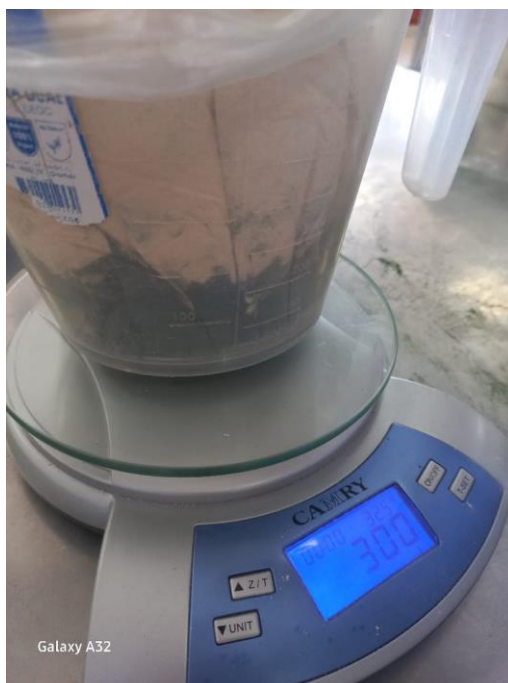
Anexo 33: Muestra base 600 gr



Anexo 34: 100 gr de espirulina



Anexo 35: 300 gr de quinua



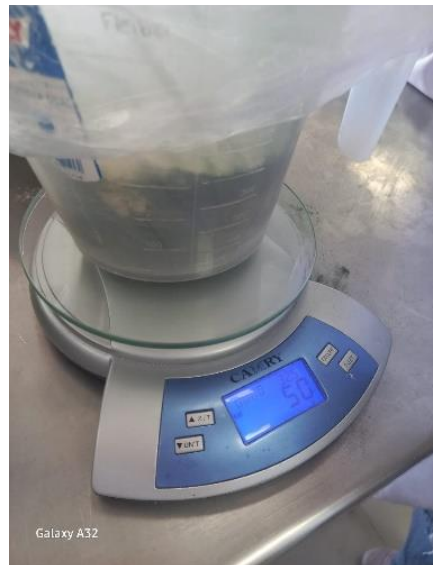
Anexo 36: Muestra base 800 gr



Anexo 37: 150 gr de espirulina



Anexo 38: 50 gr de quinua



Anexo 39: Muestra base 750gr



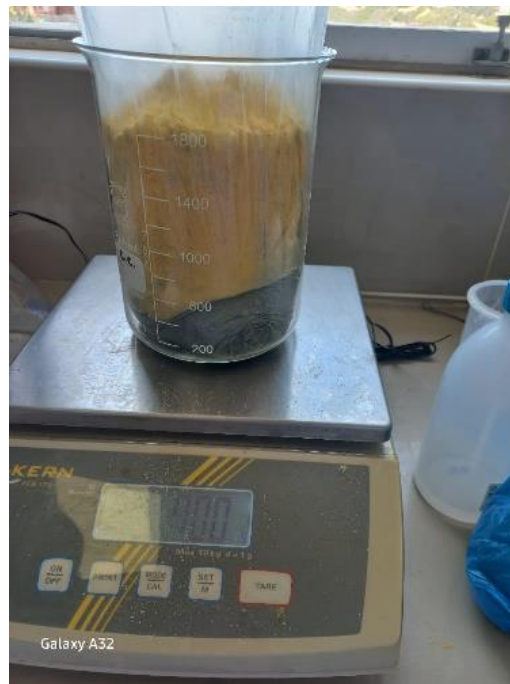
Anexo 40: 150 gr de espirulina



Anexo 41: 150gr de quinua



Anexo 42: Muestra base 700gr



Anexo 43: 150 gr de espirulina



Anexo 44: 150 gr de quinua



*Anexo 45: Adición de 1k de maíz
amarillo a cada muestra*



6.3.2. Limpieza de la extrusora

Anexo 46: Limpieza de extrusora



Anexo 47



Anexo 48



6.3.3. Agitación de las mezclas y utilización de la extrusora

Anexo 49



Anexo 50



6.3.4. Obtención de snacks

Anexo 51



6.3.5. Almacenamiento de snack

Anexo 52



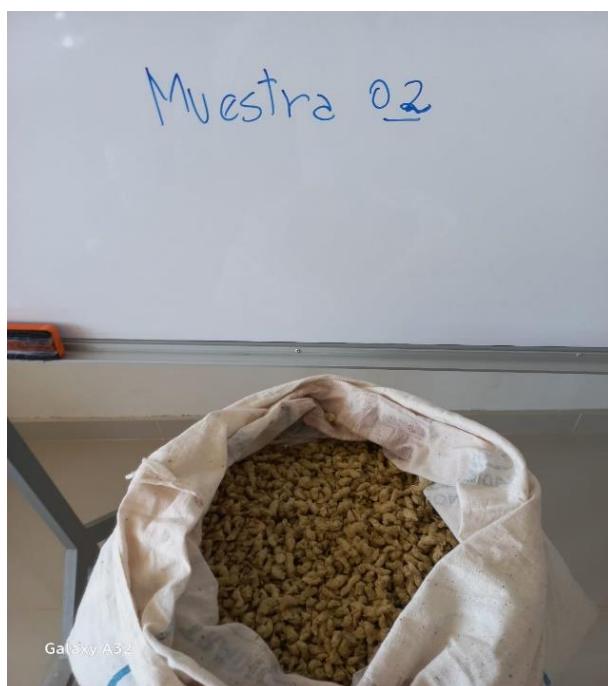
Anexo 53: Traslado de muestras al laboratorio



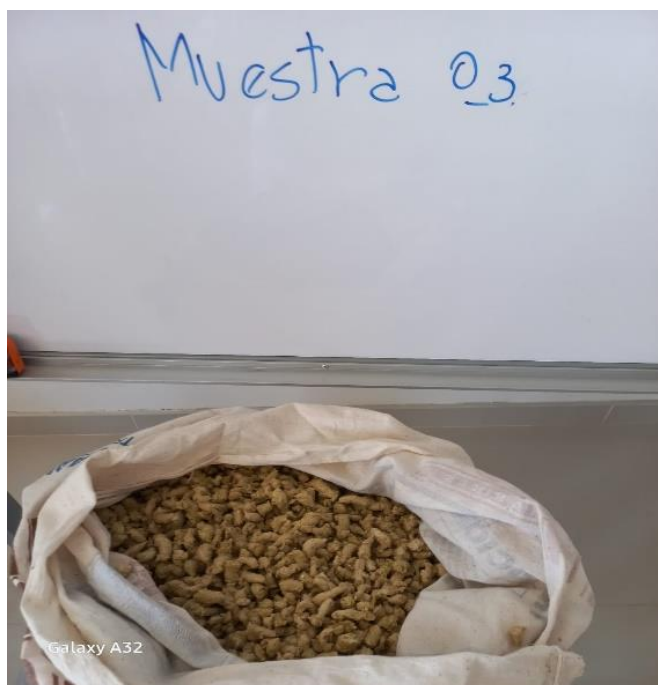
Anexo 54: Muestra 1



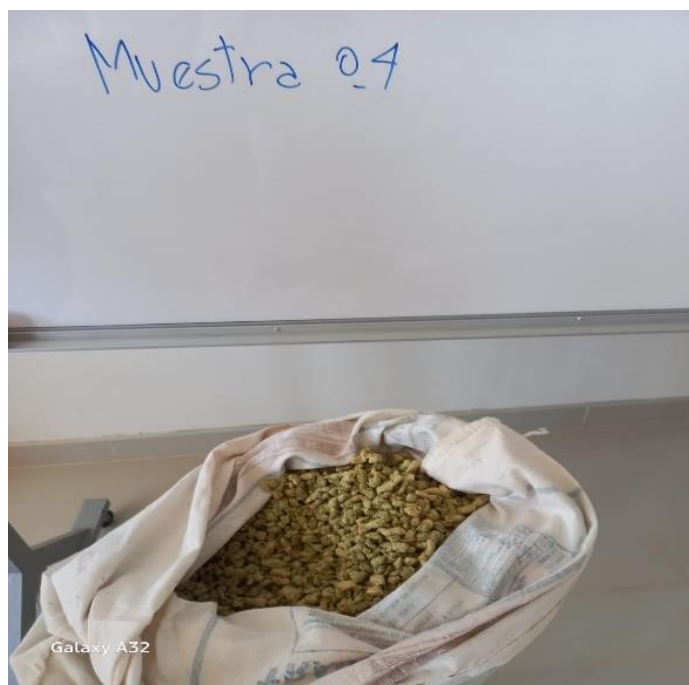
Anexo 55: Muestra 2



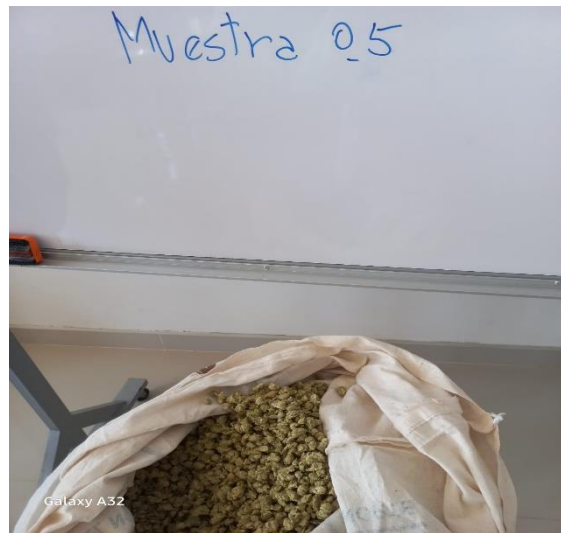
Anexo 56: Muestra 3



Anexo 57: Muestra 4



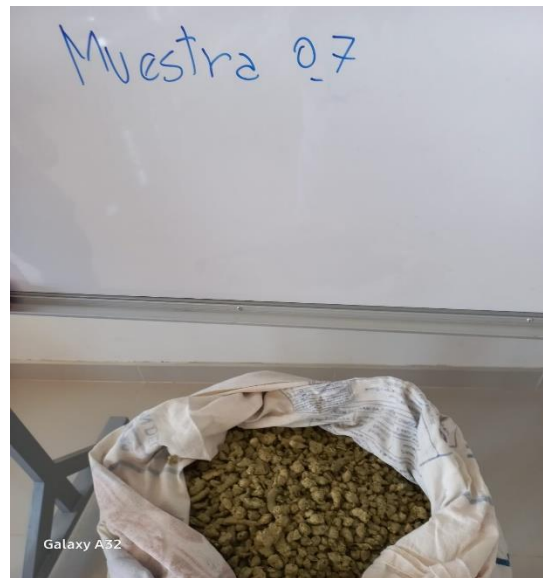
Anexo 58: Muestra 5



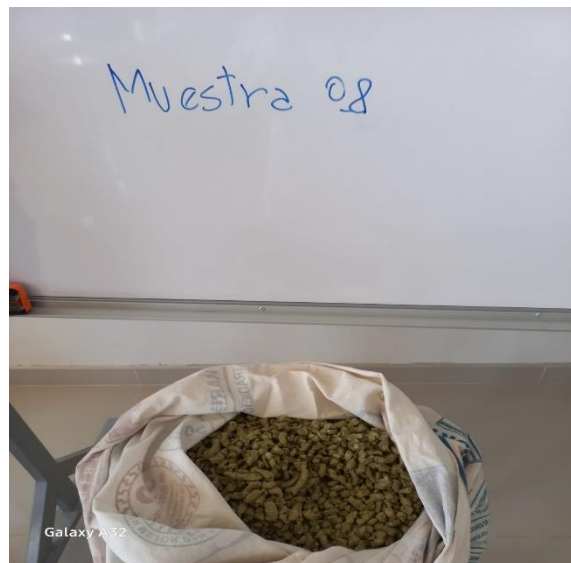
Anexo 59: Muestra 6



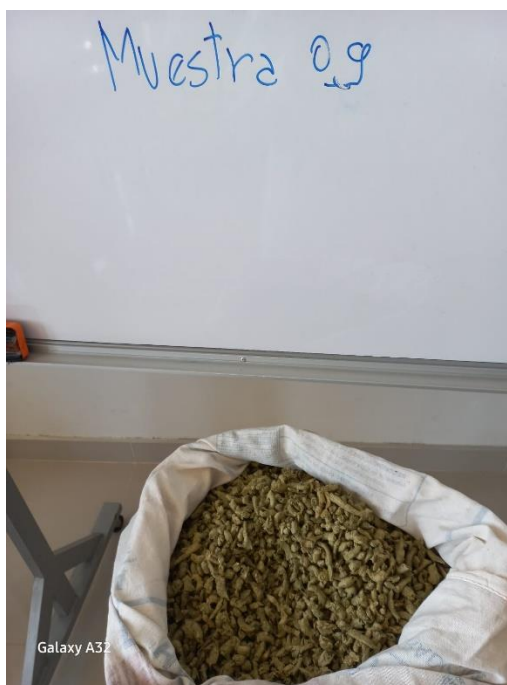
Anexo 60: Muestra 7



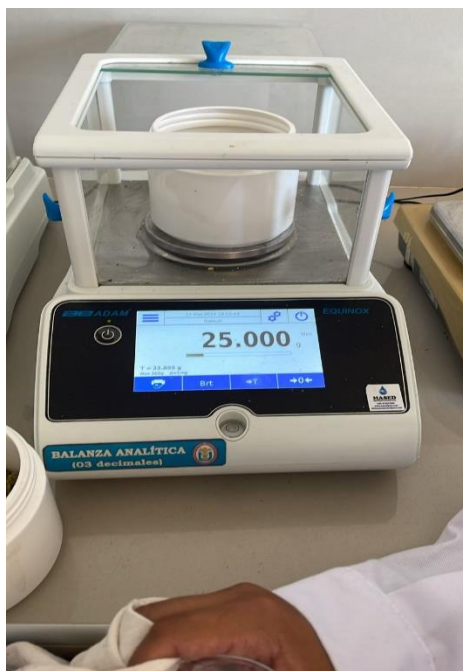
Anexo 61: Muestra 8



Anexo 62: Muestra 9



Anexo 63: Pesado de cada muestra (25 gr)



Anexo 64: Pesado de sal (4 gramos)



Anexo 65: Adición de sal a las muestras



Anexo 66: Muestras finales



Anexo 67: Realización de encuestas



6.3.6. Análisis de laboratorio

Anexo 68: Colocación de las muestras en el molino



Anexo 69: Molienda



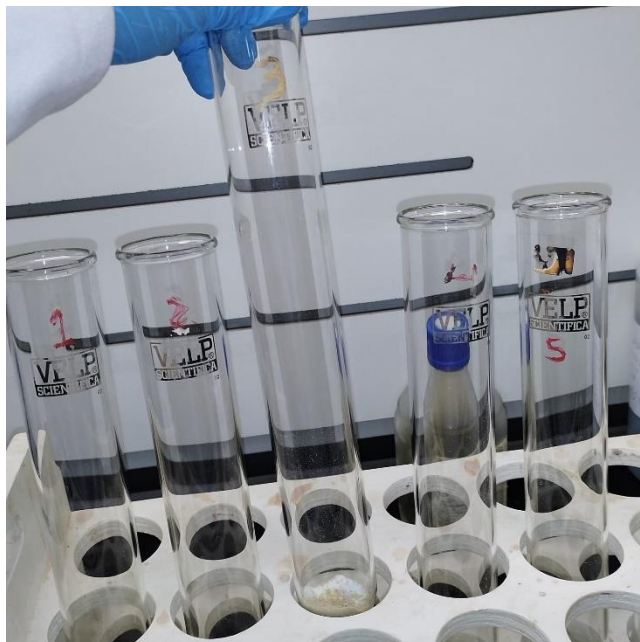
6.3.7. Análisis de humedad

Anexo 70: Termobalanza



6.3.8. Análisis de proteínas

Anexo 71: Colocación de las muestras en tubos de ensayo



*Anexo 72: Procesamiento en el digestor
hasta obtener coloración verdosa*



*Anexo 73: Procesamiento en el digestor
a 150°(20 min.) 250° (20 min.) 420° (60 min.)*



Anexo 74: Procesamiento hasta obtención de color verdoso



Anexo 75: Empleo del destilador



6.3.9. *Análisis de cenizas*

Anexo 76: Colocación de las muestras en la mufla



Anexo 77: Secador(estufa)



6.3.10. Análisis de grasas:

Anexo 78: Colocación de muestras en extractor de metabolitos



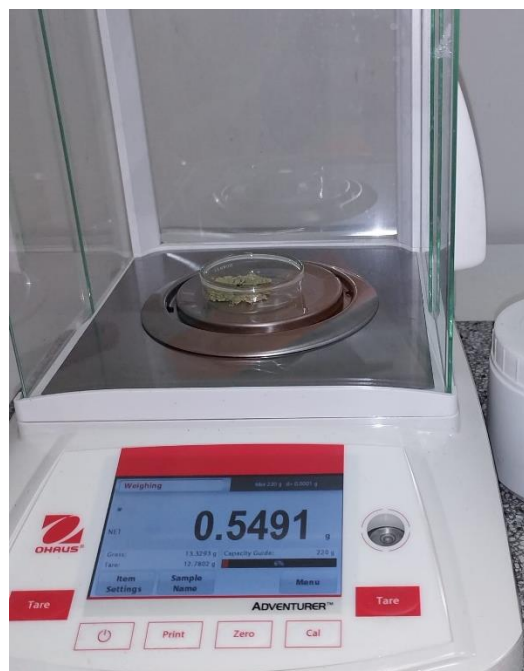
Anexo 79: El extractor de metabolitos con vasos precipitados con etanol



Anexo 80: Secador



Anexo 81: Pesaje de la muestra desgrasada



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Agraria de Noticias. (2024). *Exportación de lúcumas crece a casi 7% anual, pero agricultores tienen dificultades para hacer rentable su producción.*

https://www.agraria.pe/noticias/exportacion-de-lucuma-crece-a-casi-7-anual-pero-agricultores-38658?utm_source=chatgpt.com

AlFadhly, N. K. Z., Alhelfi, N., Altemimi, A. B., Verma, D. K., Cacciola, F., & Narayanankutty, A. (2022). Trends and Technological Advancements in the Possible Food Applications of Spirulina and Their Health Benefits: A Review. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(17), 5584. <https://doi.org/10.3390/molecules27175584>

Chaouachi, M., Vincent, S., & Groussard, C. (2024). A Review of the Health-Promoting Properties of Spirulina with a Focus on athletes' Performance and Recovery. *Journal of Dietary Supplements*, 21(2), 210-241. <https://doi.org/10.1080/19390211.2023.2208663>

Espinoza, K., Roldán Acero, D. J., & Martínez, N. (2021). Elaboración de snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteína de soja (*Dosidicus gigas*) y determinación de su vida útil. *Anales Científicos*, 82(1), 180-191.

Gallardo, C. G. V. (2023). 2) Elaboración de snacks nutritivos deshidratados a base de hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha común y zanahoria) y su análisis sensorial y bromatológico: Arias Ramos, Hazel Abigail. *Izote Journal*, 2(1), Article 1.

Grand View Research Inc. (2023). *Healthy Snacks Market Size, Share & Trends Report, 2030.* <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthy-snack-market>

Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and

toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira). *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 34-40.

<https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.9001>

Hernández Rodríguez, J. (2021). Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 32(1).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-29532021000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

La Alianza de Bioversity International. (2024). *Biofortificación agronómica: Valor nutricional del maíz*. Alliance Bioversity International - CIAT.

<http://alliancebioversityciat.org/es/stories/puede-biofortificacion-agronomica-potenciar-valor-nutricional-maiz>

Lazou, A. E. (2024). Food extrusion: An advanced process for innovation and novel product development. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(14), 4532-4560.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2143474>

Liangkui, L., Lietz, G., & Seal, C. J. (2021). *Composición fenólica, antioxidante aparente y nutricional de las semillas de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*.

https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijfs.14962?utm_source=chatgpt.com

Liu, W., Yan, X. G., Yang, H. M., Zhang, X., Wu, B., Yang, P. L., & Ban, Z. B. (2020).

Metabolizable and net energy values of corn stored for 3 years for laying hens. *Poultry Science*, 99(8), 3914-3920. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.041>

Malpartida, R., Aldana, L., Sánchez, K., Gómez, L., & Lobo, J. (2022). *Valor nutricional y componentes Bioactivos en la Espirulina*. <https://www.algamex.mx/post/el-valor-nutricional-de-la-spirulina>

Maza-De La Quintana, R., & Paucar-Menacho, L. (2020). Lucuma (*Pouteria lucuma*):

Composition, bioactive components, antioxidant activity, uses and beneficial properties

for health. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 135-142.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.15>

Mendoza, P. J. G. (2017). El cultivo del maíz en el mundo y en Perú. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 4(2), Article 2.

<https://doi.org/10.36955/RIULCB.2017v4n2.005>

MIDAGRI. (s. f.). *Lima consume 480 toneladas de choclo diario – AGRO RURAL*. Recuperado 12 de octubre de 2024, de <https://www.agrorural.gob.pe/lima-consume-480-toneladas-de-choclo-diario/>

Mohamed, I. A., Juhaimi, F. A., & Özcan, Mehmet Musa. (2021). *Insights into the nutritional value and bioactive properties of quinoa (Chenopodium quinoa): Past, present and future prospective | International Journal of Food Science and Technology | Oxford Academic*.

https://academic.oup.com/ijfst/article/56/8/3726/7806228?utm_source=chatgpt.com&login=false

Muñoz-Pabon, K. S., Parra-Polanco, A. S., Roa-Acosta, D. F., Hoyos-Concha, J. L., & Bravo-Gomez, J. E. (2022). Physical and Paste Properties Comparison of Four Snacks Produced by High Protein Quinoa Flour Extrusion Cooking. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.852224>

Muñoz-Pabon, K. S., Roa-Acosta, D. F., Hoyos-Concha, J. L., Bravo-Gómez, J. E., & Ortiz-Gómez, V. (2022). Quinoa Snack Production at an Industrial Level: Effect of Extrusion and Baking on Digestibility, Bioactive, Rheological, and Physical Properties. *Foods*, 11(21), 3383. <https://doi.org/10.3390/foods11213383>

Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *TAYACAJA*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.46908/riect.v3i1.72>

- Pastor Ríos, A. (2020). *Encuesta de Consumo de Snacks: Especial mención a los snacks cárnicos*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/151192>
- Paucar-Menacho, L. M., Schmiele, M., Lavado-Cruz, A. A., Verona-Ruiz, A. L., Mollá, C., Peñas, E., Frias, J., Simpalo-Lopez, W. D., Castillo-Martínez, W. E., & Martínez-Villaluenga, C. (2022). Andean Sprouted Pseudocereals to Produce Healthier Extrudates: Impact in Nutritional and Physicochemical Properties. *Foods*, 11(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/foods11203259>
- Quijano, C., & Prieto, Z. (2020). Variabilidad Genética en Pouteria lucuma mediante marcadores ISSR. *Manglar*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.002>
- Ramírez-Moreno, L., & Olvera-Ramírez, R. (2006). Uso tradicional y actual de spirulina sp. (*Arthrospira* sp.). *Interciencia*, 31(9), 657-663.
- Rojas-Hernández, M., & Morales-Koelliker, D. (2020). *Capacidad saciante y tamaño de porción para comida y snack en universitarios mexicanos*. <http://www.alanrevista.org/ediciones/2020/3/art-3/>
- Rumiche Seminario, K. M., & Rumiche Seminario, R. K. (2023). *Efecto del uso de harina de lúcuma como agente reductor de actividad de agua sobre los atributos fisicoquímicos, sensoriales y tiempo de vida útil de la pulpa de lúcuma (pouteria lucuma)*. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/bb2b4fb1-fe24-4402-a98a-4ec17e3ce293>
- Soto, J. P., & Vilchez, J. E. (2024). (PDF) Aplicación alimentaria de la quinua germinada y valorización de sus propiedades nutricionales, biológicas y funcionales: Una revisión sistemáticaFood application of germinated quinua and enhancement of its nutritional, biological and functional properties: A systematic review. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.599>

Sukumar, A., Gurumoorthi, P., & Athmaselvi, K. A. (2023). Optimization of process parameters for the development of gluten free extruded breakfast cereal based on Quinoa, finger millet and red rice using RSM. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 1117-1124. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05616-9>

Unicef. (2020, diciembre 1). *Nutrición para cada niño | UNICEF*.
https://www.unicef.org/reports/nutrition-strategy-2020-2030?utm_source=chatgpt.com

Valverde, M. (2024, mayo 29). ¿Por qué la extrusión se está posicionando en el desarrollo de nuevos productos? *AINIA*. <https://www.ainia.com/ainia-news/tecnologia-extrusion-desarrollo-nuevos-productos-ingredientes/>

Yapias, R. J. M., Rodríguez, P. C., Victorio, J. P. E., & Astete, J. M. A. (2021). Lúcumá (Pouteria lúcumá): Potencial bioactivo y agroindustrial del valle interandino peruano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), Article 2.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.326

Zhang, C., Yang, Y., Feng, Z., Xiao, C., Lang, T., Du, W., & Liu, Y. (2021). Risk of Global External Cereals Supply under the Background of the COVID-19 Pandemic: Based on the Perspective of Trade Network. *Foods*, 10(6), Article 6.
<https://doi.org/10.3390/foods10061168>