

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en pan
de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de
cascara de mango y aceite de girasol”**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autora:

Bach. Arquero Aranda, Charo Lizeth

Asesor:

Dr. Moreno Rojo, Cesar

D.N.I. N° 32907242

Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para título profesional a sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando de acuerdo adentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

"Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol"

Autor:

Bach. Arquero Aranda, Charo Lizeth

Dr. Moreno Rojo, Cesar
ASESOR

D.N.I. N° 32907242

Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado "Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol", para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por el bachiller: **Arquero Aranda Charo Lizeth**, que tiene como asesor al Dr. Cesar Moreno Rojo designado mediante resolución N° 132-2023-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 05 de agosto del 2024, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 323-2024-UNS-CFI.

Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta
Presidente
D.N.I. N° 17859760
Código ORCID: 0000-0003-3214-2698

Dr. Daniel Angel Sánchez Vaca
Secretario
D.N.I. N° 18146173
Código ORCID: 0000-0003-4326-1852

Dr. César Moreno Rojo
Integrante
D.N.I. N° 32907242
Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del día cinco de agosto del dos mil veinticuatro, se instalaron en el "Auditorio de Agroindustria" – 2do piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° - 323-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta. (Presidente)
- Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca (Secretario)
- Dr. César Moreno Rojo (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL EN PAN DE MOLDE CON CONCENTRADO PROTEÍCO DE ANCHOVETA, HARINA DE CÁSCARA DE MANGO Y ACEITE DE GIRASOL", elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- CHARO LIZETH ARQUERO ARANDA

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: Dr. CÉSAR MORENO ROJO.

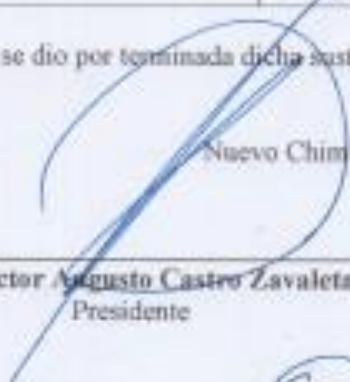
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
CHARO LIZETH ARQUERO ARANDA	17	BUENO

Siendo las 15:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 05 de agosto del 2024.


Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta
Presidente


Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Secretario


Dr. César Moreno Rojo
Integrante



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:	CHARO ARQUERO ARANDA
Título del ejercicio:	PTI 2024 UNS
Título de la entrega:	*Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en p...
Nombre del archivo:	Tesis_Informe_-_Pan_de_molde_1.docx
Tamaño del archivo:	5.58M
Total páginas:	203
Total de palabras:	38,891
Total de caracteres:	200,393
Fecha de entrega:	05-jun.-2024 08:55p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2396543512



“Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol”

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
7	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A Dios, por la fortaleza que me brinda día a día, y que pone en mi vida experiencias nuevas y hermosas porque nada sucede sin su voluntad.

A mis padres Alberto y Estela, a quienes adoro con él toda el alma, gracias por apoyarme, confiar y creer en mí.

A mis hermanos (as): Giannina, Aleyda, Jhoselyn, Irene, Yuliza, Víctor, Luis y Paul por brindarme siempre su apoyo y estar conmigo siempre brindándome un consejo cada vez que lo necesite.

A mi esposo Oscar, por quererme tanto y por seguir apoyándome y no dejar que me rinda en esta lucha por conseguir mi sueño.

A mis hijos Zharik y Vasco que son mi motor y motivo para seguir siempre adelante y no dejarme vencer por las adversidades.

A mi suegra Olinda, quien es la persona que siempre me ayuda y aconseja.

A mis amigos (as) por estar ahí conmigo siempre apoyándome en las buenas y malas y de vez en cuando dándome un jalón de orejas para seguir adelante y ganar esta batalla insaciable.

AGRADECIMIENTO

Ante todo agradecer a Dios, por esta gran oportunidad que se me ha brindado.

A mi asesor a la Dr. Cesar Moreno Rojo, por su valiosa e importante apoyo incondicional y por su orientación para el desarrollo del presente.

De una manera muy especial la Ing. José Felipe Vega Bazán, supervisor a cargo del área de producción en la empresa, por sus conocimientos impartidos, por su apoyo, por su paciencia, por su amistad durante y después de mis labores.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por su apoyo, por las herramientas, por los conocimientos brindados, adquiridos y sobre todo por el alto nivel de exigencia durante mi formación académica para un futuro desarrollo profesional de nivel.

A mis amigos(as), y futuros colegas Ingenieros Agroindustriales, en especial a Pyerinna, Fiorella, Mabel, Juan Manuel, Frank, Henry y Julio, y también a aquellas personas que me apoyaron siempre.

Gracias por su cariño, confianza, respeto y apoyo incondicional: siempre llevaré en mí corazón guardados con cariño las vivencias compartidas en esta etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	28
II.	MARCO TEÓRICO	40
2.1.	Anchoveta	40
2.2.	Concentrado proteico de anchoveta (CPA)	41
2.2.1.	Método de obtención de CPP	42
2.2.2.	Concentrado proteico de anchoveta tipo A.....	44
2.3.	Mango (Mangifera Indica).....	47
2.3.1.	Mango variedad kent	48
2.3.2.	Beneficios para la salud.....	49
2.3.3.	Aprovechamiento de la cáscara de mango	50
2.4.	Harina de cáscara de mango	51
2.4.1.	Proceso de elaboración de harina de cáscara de mango	51
2.4.2.	Composición fisicoquímica de la harina de cáscara de mango	52
2.5.	ACEITE DE GIRASOL.....	53
2.5.1.	Composición en ácidos grasos.....	54
2.5.2.	Métodos de extracción de aceite de girasol	55
2.5.3.	Efectos benéficos para la salud.....	57
2.6.	Pan de molde.....	58
2.6.1.	Composición nutricional	58
2.6.2.	Insumos para la elaboración de pan de molde.....	59

2.6.3.	Método de elaboración de pan de molde	63
2.6.4.	Proceso de elaboración de pan de molde.....	63
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	66
3.1.	Lugar de ejecución.....	66
3.2.	Materia Prima e insumos	66
3.2.1.	Materia prima	66
3.2.2.	Insumos.....	67
3.3.	Equipos, materiales y reactivos	67
3.3.1.	Equipos	67
3.3.2.	Materiales	68
3.3.3.	Reactivos	69
3.4.	Metodología.....	71
3.4.1.	Proceso de obtención de harina de cáscara de mango.....	71
3.4.2.	Proceso de elaboración de pan de molde.....	73
3.4.3.	Método de caracterización de las materias primas	75
3.5.	Diseño Experimental.....	77
3.5.1.	Variables independientes	77
3.5.2.	Diseño estadístico	77
3.5.3.	Análisis estadístico	79
3.5.4.	Formulación de pan de molde	79
3.5.5.	Metodología de evaluación de la calidad del pan de molde	80

3.5.6.	Elección de la formulación optima.....	83
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	84
4.1.	Determinación de la composición química proximal de las harinas de trigo, cáscara de mango	84
4.1.1.	Harina de trigo.....	84
4.1.2.	Harina de cascara de mango	85
4.1.3.	Concentrado proteico de anchoveta.....	86
4.1.4.	Aceite de girasol	87
4.2.	Evaluación del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....	88
4.2.1.	Humedad.....	88
4.2.2.	Proteína.....	94
4.2.3.	Grasa saturada.....	100
4.2.4.	Ácidos grasos poliinsaturados	105
4.2.5.	Ceniza	111
4.2.6.	Fibra dietética total	117
4.2.7.	Fibra insoluble	123
4.2.8.	Fibra soluble	129
4.2.9.	Luminosidad	135
4.2.10.	Cromaticidad.....	140
4.2.11.	Angulo de tonalidad.....	145

4.2.12.	Volumen específico	150
4.3.	Evaluación sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol	156
4.3.1.	Color sensorial.....	156
4.3.2.	Olor sensorial.....	161
4.3.3.	Sabor sensorial.....	167
4.3.4.	Textura sensorial.....	172
4.3.5.	Intensión de compra.....	177
V.	CONCLUSIONES.....	182
VI.	RECOMENDACIONES	183
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	184
VIII.	ANEXO	204

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 <i>Método físico para la obtención de CPP</i>	42
Figura N° 2 <i>Método químico para la obtención de CPP</i>	43
Figura N° 3 <i>Método enzimático para la obtención de CPP</i>	43
Figura N° 4 <i>Proceso de extracción de aceite de semillas oleaginosas</i>	56
Figura N° 5 <i>Esquema del proceso de obtención de harina de cáscara de mango</i>	71
Figura N° 6 <i>Esquema del proceso de elaboración de pan de molde</i>	73
Figura N° 7 <i>Gráfica de dispersión del contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	91
Figura N° 8 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	92
Figura N° 9 <i>Grafica de interacciones para el contenido humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	93
Figura N° 10 <i>Gráfica de dispersión del contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	97
Figura N° 11 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	98
Figura N° 12 <i>Grafica de interacciones para el contenido proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	99
Figura N° 13 <i>Gráfica de dispersión del contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	103

Figura N° 14 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	104
Figura N° 15 <i>Grafica de interacciones para el contenido grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	105
Figura N° 16 <i>Gráfica de dispersión del contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	108
Figura N° 17 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	110
Figura N° 18 <i>Grafica de interacciones para el contenido AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	111
Figura N° 19 <i>Gráfica de dispersión del contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	114
Figura N° 20 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	116
Figura N° 21 <i>Grafica de interacciones para el contenido ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	117
Figura N° 22 <i>Gráfica de dispersión del contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	120
Figura N° 23 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	122

Figura N° 24 <i>Grafica de interacciones para el contenido fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	123
Figura N° 25 <i>Gráfica de dispersión del contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	126
Figura N° 26 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	128
Figura N° 27 <i>Grafica de interacciones para el contenido fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	129
Figura N° 28 <i>Gráfica de dispersión del contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	132
Figura N° 29 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	133
Figura N° 30 <i>Grafica de interacciones para el contenido fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	134
Figura N° 31 <i>Gráfica de dispersión de la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	137
Figura N° 32 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	138

Figura N° 33 <i>Grafica de interacciones para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	139
Figura N° 34 <i>Gráfica de dispersión de la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	142
Figura N° 35 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	143
Figura N° 36 <i>Grafica de interacciones para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	144
Figura N° 37 <i>Gráfica de dispersión del ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	147
Figura N° 38 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	148
Figura N° 39 <i>Gráfica de dispersión del volumen especifico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	152
Figura N° 40 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el volumen especifico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	154
Figura N° 41 <i>Grafica de interacciones para el volumen especifico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	155
Figura N° 42 <i>Gráfica de dispersión del color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	158
Figura N° 43 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	160

Figura N° 44 <i>Grafica de interacciones para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	161
Figura N° 45 <i>Gráfica de dispersión del olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	164
Figura N° 46 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	165
Figura N° 47 <i>Grafica de interacciones para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	166
Figura N° 48 <i>Gráfica de dispersión del sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	169
Figura N° 49 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	170
Figura N° 50 <i>Grafica de interacciones para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	171
Figura N° 51 <i>Gráfica de dispersión de la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	174
Figura N° 52 <i>Medias y Prueba de Fisher LSD para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	175
Figura N° 53 <i>Grafica de interacciones para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	176
Figura N° 54 <i>Gráfica de dispersión de la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	179

Figura N° 55 *Medias y Prueba de Fisher LSD para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....* 180

Figura N° 56 *Grafica de interacciones para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....* 181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 <i>Generalidades e información básica de la Anchoveta</i>	40
Tabla N° 2 <i>Composición química y nutricional de la Anchoveta</i>	41
Tabla N° 3 <i>Descripción y Composición química según tipo de concentrado proteico de pescado para uso humano.</i>	41
Tabla N° 4 <i>Porcentajes de Incorporación de las variables independientes del diseño experimental Multifactorial Categórico</i>	77
Tabla N° 5 <i>Variables dependientes de evaluación de pan de molde</i>	78
Tabla N° 6 <i>Matriz Experimental del Diseño Multifactorial Categórico</i>	79
Tabla N° 7 <i>Formulación para la elaboración de pan de molde</i>	80
Tabla N° 8 <i>Composición fisicoquímica de la harina de trigo (100g en base seca)</i>	84
Tabla N° 9 <i>Composición fisicoquímica de la harina de cascara de mango (100g en base seca)</i>	85
Tabla N° 10 <i>Composición fisicoquímica del concentrado proteico de anchoveta (100g en base seca)</i>	86
Tabla N° 11 <i>Composición fisicoquímica del aceite de girasol (100g)</i>	87
Tabla N° 12 <i>Resultados de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	88
Tabla N° 13 <i>Análisis de varianza para el contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	90

Tabla N° 14 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	92
Tabla N° 15 <i>Resultados de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	94
Tabla N° 16 <i>Análisis de varianza para el contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	96
Tabla N° 17 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	98
Tabla N° 18 <i>Resultados de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	100
Tabla N° 19 <i>Análisis de varianza para el contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	101
Tabla N° 20 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	104
Tabla N° 21 <i>Resultados de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	106
Tabla N° 22 <i>Análisis de varianza para el contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	107
Tabla N° 23 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	109

Tabla N° 24 <i>Resultados de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	112
Tabla N° 25 <i>Análisis de varianza para el contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	113
Tabla N° 26 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	115
Tabla N° 27 <i>Resultados de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	118
Tabla N° 28 <i>Análisis de varianza para el contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	119
Tabla N° 29 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	121
Tabla N° 30 <i>Resultados de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	124
Tabla N° 31 <i>Análisis de varianza para el contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	125
Tabla N° 32 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	127
Tabla N° 33 <i>Resultados de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	130

Tabla N° 34 <i>Análisis de varianza para el contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	131
Tabla N° 35 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	133
Tabla N° 36 <i>Resultados de luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	135
Tabla N° 37 <i>Análisis de varianza para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	136
Tabla N° 38 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	138
Tabla N° 39 <i>Resultados de la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	140
Tabla N° 40 <i>Análisis de varianza para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	141
Tabla N° 41 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	143
Tabla N° 42 <i>Resultados del ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	145
Tabla N° 43 <i>Análisis de varianza para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	146
Tabla N° 44 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	148

Tabla N° 45 <i>Resultados del volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	150
Tabla N° 46 <i>Análisis de varianza para el volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	151
Tabla N° 47 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	153
Tabla N° 48 <i>Resultados de color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	156
Tabla N° 49 <i>Análisis de varianza para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	157
Tabla N° 50 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	159
Tabla N° 51 <i>Resultados de olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	162
Tabla N° 52 <i>Análisis de varianza para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	163
Tabla N° 53 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	165
Tabla N° 54 <i>Resultados de sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	167
Tabla N° 55 <i>Análisis de varianza para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	168
Tabla N° 56 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	170

Tabla N° 57 <i>Resultados de textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol.....</i>	172
Tabla N° 58 <i>Análisis de varianza para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	173
Tabla N° 59 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	175
Tabla N° 60 <i>Resultados de intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	177
Tabla N° 61 <i>Análisis de varianza para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	178
Tabla N° 62 <i>Prueba de Múltiples Rangos LSD para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol</i>	180

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: <i>Etiqueta Nutricional del Concentrado de Pescado Tipo A</i>	204
Anexo N° 2: <i>Composición Nutricional por 100 g de porción comestible de Pan de Molde</i>	205
Anexo N° 3: <i>Etiqueta Nutricional del aceite de girasol marca BASSO</i>	206
Anexo N° 4: <i>Ficha de evaluación sensorial del pan de molde.</i>	207

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de pan de molde elaborado con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol. Se utilizó un diseño multifactorial categórico donde las variables independientes fueron: concentrado proteico de anchoveta (CPA) al 0, 1, 1.5 y 2%, y harina de cáscara de mango (HCM) al 0, 8 y 10%, obteniéndose un total de 12 formulaciones.

Los resultados indican que el contenido de proteína se vio significativamente afectado por el CPA en niveles altos de sustitución. Por otro lado, la HCM aumentó de manera notable el contenido de fibra y humedad del producto final. Además, la HCM tuvo un impacto considerable en la cromaticidad y el ángulo de tonalidad del producto terminado, mejorando sus características nutricionales y visuales. Asimismo, la combinación de aceite de girasol con HCM influyó en el contenido de grasa saturada y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Por otro lado, no se determinó diferencia significativa en todos los atributos sensoriales de color, olor, textura e intención de compra. Sin embargo, se demostró que el CPA influye negativamente en el sabor del pan de molde ($p < 0.05$).

La elección de la formulación óptima, basada en el mejor puntaje sensorial del sabor y la intención de compra, es la F5, que está compuesta por 1% de CPA y 8% de HCM.

Palabras claves: Pan de molde, concentrado proteico de anchoveta, aceite de girasol, harina de cáscara de mango, AGPI, fibra dietética.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the nutritional, technological and sensory characteristics of bread made with anchovy protein concentrate, mango peel flour and sunflower oil. A categorical multifactorial design was used where the independent variables were: anchovy protein concentrate (APC) at 0, 1, 1.5 and 2%, and mango peel flour (MPF) at 0, 8 and 10%, obtaining a total of 12 formulations.

The results indicate that the protein content was significantly affected by APC at high substitution levels. On the other hand, MPF significantly increased the fiber and moisture content of the final product. In addition, MPF had a considerable impact on the chromaticity and hue angle of the finished product, improving its nutritional and visual characteristics. Likewise, the combination of sunflower oil with MPF influenced the content of saturated fat and polyunsaturated fatty acids (PUFA). On the other hand, no significant difference was found in all sensory attributes of colour, smell, texture and purchase intention. However, it was shown that CPA negatively influences the taste of sliced bread ($p < 0.05$).

The choice of the optimal formulation, based on the best sensory score for taste and purchase intention, is F5, which is composed of 1% CPA and 8% HCM.

Keywords: Bread, anchovy protein concentrate, sunflower oil, mango peel flour, PUFA, dietary fiber.

I. INTRODUCCIÓN

Existe, a nivel mundial, una tendencia de consumo por productos saludables y naturales, y el pan de molde es uno de esos alimentos. Según el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (2018), el consumo per cápita de pan anual, en el Perú, es de 35 kg, y los insumos que se utilizan en su elaboración son las harinas, principalmente el almidón, que representan más del 50% de su composición total; y las grasas, que puede ser de distinta procedencia (vegetal, hidrogenada o animal), trayendo repercusiones negativas en la salud de los consumidores.

Las mayores marcas de pan de molde que se venden en el Perú, según CPI (2008) la lleva Bimbo (72%), Pyc (13.1%), Union (6%), Otros (8.9%). Dentro de estos productos están el pan de molde blanco y el integral, como los de mayor venta.

Investigaciones recientes están promoviendo productos panificables de harinas de granos andinos y de cáscaras de frutas como sustituto parcial de la harina de trigo, que provean un valor nutricional adicional y le confieran una funcionalidad muy particular, para atender necesidades que se están presentando entre los consumidores con productos que brinden beneficios para la salud.

Un aspecto peculiar con el pan de molde es que a éste se le añade grasa para conferirle sus especiales características organolépticas, incrementando su rendimiento energético (274 kcal/100 g), en comparación con un pan francés (258 kcal/100 g) (Fundación española de la nutrición, 1998). Por ello, se está intentando substituir la manteca vegetal o animal por aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados como el aceite de girasol, aceite de oliva, aceite de maní, etc., o por manteca de maní o de cacao dado que la mayor parte de los programas nutricionales están hacen especial énfasis en la

disminución de ácidos grasos saturados, pues existe suficiente evidencia de su relación con el desarrollo de diferentes enfermedades degenerativas (OMS, 2018).

Los panes están elaborados en base a harina de trigo, lamentablemente este cereal presenta un bajo contenido de proteína (11,4 %) en comparación con otros granos además su perfil de aminoácidos esenciales presenta deficiencias de lisina (2,4 %) y treonina (1,7 %), lo que determina una calidad proteínica relativamente baja (Hosseney, 1994).

Lograr incrementar el contenido proteico del pan de molde (8 g /100 g) involucra utilizar fuentes ricas en proteína como los cereales andinos (quinua, kiwicha) o el concentrado proteico en polvo de la anchoveta, que últimamente la empresa Colpex SAC lo está procesando a través del hidrolizado de la anchoveta, logrando obtener un alimento funcional con más del 80% de proteínas libre de olor y sabor (UFCII, 2022).

La problemática de los panes de molde radica en su mala calidad nutricional puesto que presenta bajo contenido de proteínas y fibra dietética principalmente, aunado a un elevado contenido de grasas saturadas. No se presenta en el mercado, un pan de molde fortificado y/o sustituida parcialmente con harina de un concentrado proteico de anchoveta, principalmente en cuanto a su composición en aminoácidos esenciales (Badui, 2012).

Hoy en día, el pan de molde es considerado un producto de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades, es por ello que las investigaciones se centran también en el enriquecimiento del contenido de fibra dietaria. La harina de cascara de mango representa una alternativa en la sustitución de la harina de trigo con la finalidad de fortalecer su aporte en fibra dietética al producto final.

Frente a la problemática de no contar en el mercado con pan de molde de buena calidad nutricional, se presenta la alternativa innovadora de la obtención de un pan de molde elaborado con concentrado proteico en polvo de anchoveta, harina de cascara de mango y con aceite de girasol. Caracterizar este producto nos permitirá identificar bajo que concentraciones de las harinas de concentrado proteico y de cáscara de mango proporcionarían mejores características fisicoquímicas (mayor valor nutricional) así como ser aceptable sensorialmente.

Este proyecto de tesis se justifica en la utilización de materia prima propia de nuestro país y con el que se podrá elaborar un producto de panificación como el pan de molde, con un valor nutricional superior al convencional tanto en cantidad como en calidad, dado que los productos que se comercializan carecen de componentes nutritivos o estos se encuentran en bajas cantidades. Es decir, elaborar un producto que contribuya a mejorar las características nutricionales de un pan de molde comercial gracias su aporte en proteínas, sales minerales y fibra, representa una alternativa comercial gracias a sus características sensoriales y de textura.

Aprovechar los residuos obtenidos en las agroindustrias es un tema que ha captado la atención de muchos investigadores dado a que estos poseen gran contenido de valor nutricional y además al aprovecharlos existe un impacto ambiental positivo. El mango es una de las frutas tropicales de mayor consumo fresco en el mundo, donde las cáscaras, representa aproximadamente el 21.51% del peso de la fruta, la cual es desechada debido a que no se cuenta con ninguna tecnología para su aprovechamiento. Sin embargo, estos residuos agrícolas e industriales son una fuente atractiva de antioxidantes naturales (Jibaja & Sánchez, 2015).

Un 98% de la pesca de anchoveta en el Perú termina convertida en harina. El concentrado proteico de anchoveta es un proyecto que ha conseguido producir un alimento funcional con más del 80% de proteínas libre de olor y sabor, y con alta concentración de fosforo y potasio (UFCII, 2022).

La desnutrición crónica, en Ancash, tanto en niños como en adultos y ancianos, es una problemática latente. El 2017 llegó a un nivel del 19% por encima del nivel nacional y el 48.82% de menores padece de anemia, lo que equivale a 11 mil 680 niños. (Ibañez, 2018).

El Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2012), en el estudio sobre el estado nutricional en el Perú, revela que el 33.4% de jóvenes entre 20 y 29 años sufren problemas de sobrepeso, ocasionada por una dieta inapropiada. Una alimentación con productos que se elaboran a partir de harinas refinadas (galletas, panes, dulces, etc.) resulta ser el principal factor, puesto que se ha vuelto habitual reemplazar el desayuno por productos envasados como jugos y galletas.

No cabe duda que un objetivo interesante y necesario para disminuir los niveles de desnutrición en nuestra región y país, es la fortificación de productos alimenticios que a menudo consumimos, mediante la incorporación de alimentos ricos en proteínas, y porque no con el aprovechamiento de residuos agroindustriales, como la cáscara de mango.

Si bien es cierto en panes de molde, el ingrediente principal es la harina de trigo, existen numerosos trabajos de investigación donde sustituyen la harina de trigo por harinas sucedáneas hasta en un 30%, puesto que la harina de trigo es deficiente en aminoácidos esenciales como la lisina y metionina, considerándose a la proteína del trigo de baja calidad (Callejo, 2002).

Asimismo, la incorporación de harina de cascara de mango en productos como pan de molde favorece el incremento en fibra, puesto que se han encontrado elevados valores de fibra dietética (38,15%), estando esto relacionado principalmente al alto contenido de antioxidante (polifenoles) que se ha encontrado en este subproducto (Moreno, 2017). Asimismo, Chávez, et al. (2009) ha reportado 62.54% de fibra dietética total en cáscaras de piña.

Cabe resaltar que diferentes instituciones u organismos nacionales e internacionales han recomendado adicionar, a nuestra dieta diaria, fibra superior a 20 g/día, por ejemplo, la Sociedad Dietética Americana recomienda entre 20 y 30 g/día. Asimismo el Instituto Nacional para el Cáncer (EE. UU) recomienda entre 20 y 40 g/día. Cabe señalar que estas recomendaciones son para adultos sanos, siendo menores para niños y ancianos (Moreno R., 2000).

Por otro lado, la incorporación de concentrado proteico de anchoveta, representa un aporte valioso en la fortificación del pan de molde, ya que el valor nutricional de este concentrado contiene casi el triple de proteínas que la quinua (30%) y seis veces más que la kiwicha (15%), además de mayor contenido de aminoácidos esenciales, el cual lo convierte en un alimento que fácilmente supera a la carne. Su contenido de calcio (54.1mg/100g) es superior al de la leche (20mg/100 g) y el fosforo (512.6 mg/100g), potasio (1139.2 mg/100g) y sodio (913.6mg/100g) son insuperables por otros productos vegetales (Aldave, 2016).

Según FEN (2018), el aceite de girasol contiene ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y representan el 62% del total de la grasa. Entre los poliinsaturados destaca el ácido linoleico (omega 6). Los ácidos grasos que se encuentran en menor proporción son los

saturados (12%). Además, en la fracción lipídica también se pueden encontrar fosfolípidos.

En consecuencia, es necesario realizar una investigación que evalúe el efecto de la fortificación con concentrado proteico de anchoveta, aceite de girasol y harina de cascara de mango en pan de molde en sus características fisicoquímica y sensoriales, con la finalidad de obtener un producto que cumpla con los requerimientos nutricionales y sensoriales estipulados.

Se han reportado diferentes investigaciones orientadas a la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de mango (HCM), y su efecto fisicoquímico y sensorial en la elaboración de pan de molde u otros de panificación, tales como los que se presentan a continuación.

Cedeño & Zambrano (2014) desarrollaron en su investigación galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por las harinas de cáscara de mango y piña con la finalidad de obtener un producto rico en fibra dietética, para ello realizaron sustituciones de 4% - 12% de harina de cáscara de mango y piña para elaborar galletas su investigación determinó que la formulación dada por 12% HCM y 88% HT posee la mayor preferencia luego de la evaluación sensorial y además contiene 4.12% de FDT en comparación a la muestra control que solo tiene 2.43% de FDT.

Uriol (2014) por otro lado, determinó el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) variedad Kent (3, 6 y 9%) y la temperatura de horneado (140 y 150 °C) sobre la textura instrumental, color instrumental, contenido de fibra, volumen específico y aceptabilidad general en pan de molde integral. El análisis de varianza indicó un efecto significativo de la harina de cáscara de mango y de la temperatura de horneado sobre la textura instrumental,

color instrumental, contenido de fibra, volumen específico y aceptabilidad general en el pan de molde integral, además la sustitución de harina de trigo por HCM al 9% con una temperatura de horneado de 150 °C, produjo la mayor cantidad de fibra cruda (8.92%), mientras que la mejor puntuación en la aceptabilidad sensorial fue la obtenida con 6% de HCM. El autor determinó que el mejor tratamiento está comprendido por la sustitución de harina de trigo por HCM al 6% y una temperatura de horneado de 140 °C por presentar el mayor volumen específico y la mayor aceptabilidad general. Asimismo, presentó valores importantes de textura instrumental, color instrumental y contenido de fibra cruda en el pan de molde integral.

En otras de las investigaciones como la desarrollada por Moreno (2017) se estudió la influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde, para ello utilizó un diseño experimental Superficie Respuesta de tipo DCCR 22, con niveles de HCM de 5-15% y Ácido ascórbico de 20-100 mg/kg ácido ascórbico. En la investigación se evaluaron las características físico-químicas (volumen específico, proteínas, grasas, cenizas, humedad, color de corteza y miga del pan) y propiedades sensoriales. Los resultados determinaron que la fibra dietética de HCM influyó en la calidad, evidenciándose en la intención de compra de las formulaciones 3 (6.5% de HCM y 88 ppm de ácido ascórbico), 5 (5% de HCM y 60 ppm ácido ascórbico) y 11 (10% de HCM y 60 ppm de ácido ascórbico). La superficie de respuesta indicó que se obtendrán porcentajes de proteína mayores a 11.8%; cuando se adicione concentraciones de 5 a 6.5% de HCM y 20 a 32 ppm de ácido ascórbico. Los resultados de la investigación concluyeron que, la adición de harina de cáscara de mango y ácido ascórbico tienen influencia sobre las características tecnológicas y aceptabilidad del público al pan de molde. Los valores óptimos de harina de cáscara de mango y ácido

ascórbico que permiten obtener la mayor puntuación en la evaluación sensorial del sabor, fue de 8.0% HCM y 60 ppm ácido ascórbico.

Escobar (2022) en su tesis titulada “Formulación óptima de pan, mediante sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*), para aumentar la fibra dietaria en su composición” determinó la formulación más adecuada para obtener un pan artesanal con alto contenido de fibra dietética, la sustitución de HCM estuvo en un intervalo de 0-15%. Los resultados demostraron que la formulación con 10% de HCM obtuvo el más alto valor de fibra dietética. La sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de mango evidenció físicamente una disminución del volumen y un aumento de la dureza del pan final; así mismo, la evaluación sensorial demostró la aceptación del pan en función del sabor, color, olor y apariencia general del pan, mostrando diferencias no significativas comparado con el pan elaborado con harina de trigo. Finalmente, el autor concluyó que, la incorporación de harina de cáscara de mango en la formulación de un alimento contribuye no solamente con generar un alimento funcional con características tecnológicas, sensoriales y nutricionales aceptables sino también, como una alternativa de gestión de residuos agroindustriales.

Por otra parte, con lo que respecta a la sustitución de harina de trigo por harina de concentrado proteico de anchoveta (CPA), son escasas las investigaciones por lo que también se han considerado investigaciones en las que se utiliza concentrado proteico para elaborar un producto de panificación como galletas. Además, cabe señalar que la ejecución de la presente investigación permitirá crear precedentes para futuras investigaciones.

Se ha reportado en la investigación realizada por Zegarra (2015) que la utilización de un hidrolizado de anchoveta, como sustituto parcial de leche en polvo en la elaboración de galletas permite obtener un producto nutritivo. El autor en su tesis titulada: “Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (*Engraulis ringens*) aplicando metodología de superficie de respuesta “sustituyó la leche en polvo por hidrolizado de Anchoveta en un 80, 90 y 100 % de sustitución; en el proceso de cocción se probaron tres temperaturas: 150, 175 y 200 °C y tres tiempos de horneado: 8,14 y 20 minutos. El tratamiento que obtuvo la mayor aceptabilidad general (6,05) fue la galleta en la que se sustituyó la leche en polvo por un 90% con hidrolizado de Anchoveta y a una temperatura y tiempo de horneado de 175°C por 14 minutos. La optimización de la galleta determinó que la formulación óptima está conformada por 92% de hidrolizado de Anchoveta y a una temperatura y tiempo de horneado de 180°C y 13 minutos, la galleta optimizada cumplió con todos los requisitos físico químico y microbiológicos además que la aceptabilidad general en la prueba de grado de satisfacción de la galleta optimizada fue de 6,12.

Campos & Regalado (2011) obtuvieron galletas enriquecidas elaboradas con Harina de Pescado adquirida de la empresa SGS del Perú S.A.C, harina de kiwicha y pulpa de Camote. La mejor formulación fue aquella que obtuvo la mejor textura, color y sabor, el cual está conformado por 1.12% de harina de pescado, 10% de pulpa de camote y 10% de harina de kiwicha. La harina de pescado predominó positivamente en el contenido de proteína, pero negativamente en las características organolépticas de las galletas. La formulación óptima de galleta obtuvo 2.92% de Humedad, 10.38% de Proteína, 21.92% de Grasa, 62.91% de carbohidratos y 1.87% de ceniza.

Jiménez (2000) evaluó la aceptabilidad sensorial de galletas tras la incorporación de harina de pescado en su elaboración. Los tratamientos tuvieron un nivel de enriquecimiento de 3 - 5% con harina de pescado. Se realizaron pruebas de aceptabilidad, con la participación de panelistas semientrenados de ambos sexos, su grado de satisfacción fue medido mediante escala hedónica de 9 puntos. El sabor y la textura de la galleta enriquecida con un 3% de harina de pescado fue similar al control, sin embargo, la inclusión de harina de pescado en las galletas afectó el aspecto general, aroma y color. El autor concluyó en su investigación que existe factibilidad del enriquecimiento de galletas con harina de pescado, como un importante insumo proteico de características nutricionales favorables, pudiéndose mejorar su aceptabilidad mediante el empleo de una harina de pescado de calidad superior.

López & Dávila (2002) mencionan en su investigación que, considerando la deficiencia proteica de la dieta del poblador peruano, hábitos alimentarios y preferencias en la ingesta de alimentos para consumo rápido por el dinamismo de las actividades cotidianas, resulta importante la adición de proteínas de alto valor biológico en formulaciones de galletas. Por lo cual investigaron el efecto en las características fisicoquímicas de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de pescado merluza. Los autores hicieron pruebas con sustituciones de 5, 10 y 15 % de harina de pescado por harina de trigo en la formulación patrón de galletas y evaluaron la aceptabilidad del producto haciendo pruebas de textura, color, olor y satisfacción de los productos. Concluyeron en que el 17 % de los panelistas detectaron la incorporación de harina de pescado en la masa preparada.

La incorporación de aceite de girasol como sustituto de manteca vegetal es sin duda una importante alternativa de sustitución puesto que se reduciría en gran medida el

contenido de ácidos grasos que no son saludables para el organismos y se incrementaría los que si lo son, favoreciendo la salud del consumidor, no obstante no se han evidenciado muchas investigaciones orientadas principalmente en la elaboración de pan de molde sin embargo si en galletas y en las cuales se han obtenido excelentes resultados sobre todo en el contenido de ácidos grasos saludables.

Patrignani (2017) por ejemplo en su tesis titulada “Desarrollo de galletitas más saludables alternativas para incrementar su contenido de antioxidantes” tuvo como objetivo principal obtener una galleta rellena saludable con un alto contenido de antioxidantes, para ello realizó diferentes sustituciones, y dentro de ellas reemplazó la manteca por aceite de girasol, aceite de maíz y aceite de girasol alto oleico, la autora concluyó en que el aceite de girasol alto oleico mejoraba el perfil de ácidos grasos en las tapas de galletitas generando un producto más saludable y estable a la oxidación durante el tiempo de conservación.

“Influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de galletas alternativas para la mejora del perfil de ácidos grasos” es otra de las investigaciones en las que se elaboran galletas utilizando como reemplazo de la mantequilla al aceite de girasol. En esta investigación Taracón (2013) realizó un primer estudio exploratorio de sustitución y determinó que el contenido de grasa en las galletas disminuye de un 18% a un 10.6% con la sustitución por el aceite de girasol, además de obtener resultados favorables a nivel de aceptación sensorial.

Para este estudio se planteó como problema de investigación: ¿Cuáles serán las concentraciones (%p/p) de concentrado proteico en polvo de anchoveta y harina de cáscara de mango para obtener un pan de molde fortificado en características nutricionales (proteína, FDT y AGPI) y que sea sensorialmente aceptable?

Por lo cual, el objetivo principal de este presente trabajo es determinar las concentraciones (%p/p) de concentrado proteico en polvo de anchoveta y harina de cáscara de mango para obtener un pan de molde fortificado en características nutricionales (proteína, FDT y AGPI) y que sea sensorialmente aceptable. Además, se han establecido objetivos específicos obtener y evaluar la composición química proximal y fisicoquímica de las harinas de trigo y cáscara de mango; obtener la composición químico proximal del concentrado proteico de anchoveta y del aceite de girasol identificado en su etiqueta; elaborar y evaluar las características tecnológicas, del pan de molde obtenido de las diferentes formulaciones; evaluar la aceptabilidad sensorial del pan de molde mediante escala hedónica e intención de compra y determinar la mejor formulación de pan de molde según el diseño experimental propuesto, multifactorial categórico.

La hipótesis formulada para esta investigación es las concentraciones de 1%, 1.5% y 2% p/p de Concentrado Proteico de Anchoveta (CPA) y de 8% a 10% p/p de harina de cáscara de mango mejoran la fortificación del pan de molde en comparación con un pan de molde comercial que contiene 10% de proteína y 5% de fibra. Además, estas concentraciones también fortifican el pan en minerales y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), manteniendo al mismo tiempo características sensoriales aceptables.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Anchoveta

Pez pelágico con dimensiones de 12 cm de longitud, es considerado un alimento muy nutritivo gracias a su gran aporte en proteínas y grasas omega 3, además es rica en minerales como el potasio, hierro, fosforo (276 mg/100 g) y calcio (77.1 mg/100 g), se destaca también su elevado contenido en vitamina A y D, contiene a la vez 8.70 mg/100 g de vitamina C y un pequeño aporte en vitaminas del complejo B (RPP, 2015).

Tabla N° 1

Generalidades e información básica de la Anchoveta

Características	Descripción
Nombre comercial:	Anchoveta
Nombre común:	Anchoveta, peladilla (juveniles)
Nombre científico:	Engraulis ringens
Formas de presentación:	Harina: Estándar, prime, superprime. Aceite, congelada, conservas y marinados.
Zonas de producción:	Chimbote, Huarney, Supe, Huacho, Callao, Pisco e Ilo. Se distribuye desde Punta aguja (Perú) hasta Talcahuano (Chile).
Principales mercados de exportación:	China, Unión Europea.

Fuente: Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX, 2023).

Tabla N° 2*Composición química y nutricional de la Anchoveta*

Componentes	Promedio (%)
Humedad	70.8
Grasa	8.2
Proteína	19.1
Sales minerales	1.2
Calorías	185

Fuente: Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX, 2023).

2.2. Concentrado proteico de anchoveta (CPA)

El concentrado proteico de anchoveta (CPA), es básicamente una preparación de un pescado, en este caso anchoveta, destinada para el consumo humano, en donde la proteína se encuentra con una concentración más alta a comparación de su concentración en el pescado original (FAO, 2001, citado por ITP, 2021).

Existen 3 tipos de concentrados proteicos de pescado (CPP) para consumo humano, a continuación, se detalla la composición química de cada tipo en la presente tabla.

Tabla N° 3*Descripción y Composición química según tipo de concentrado proteico de pescado para uso humano.*

Tipos	Descripción	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Tipo – A	Polvo prácticamente inodoro e insípido.	Máx. 10	Máx. 0.75	Mín. 67.5
Tipo – B	Polvo con sabor a pescado.	Máx. 10	Máx. 3.0	Mín. 65.0
Tipo – C	Harina de pescado normal bajo condiciones adecuadas de higiene.	Máx. 10.	Máx. 10.0	Mín. 60.0

Fuente: FAO (2001), citado por ITP (2021)

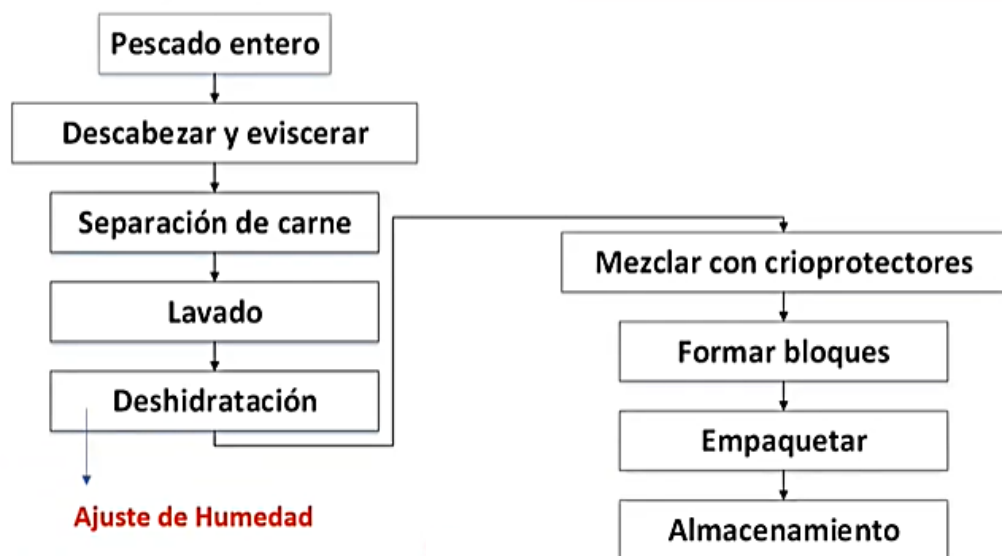
2.2.1. Método de obtención de CPP

2.2.1.1. Métodos físicos

Consiste en la separación de agua y lípidos de los sólidos del pescado mediante acción mecánica.

Figura N° 1

Método físico para la obtención de CPP



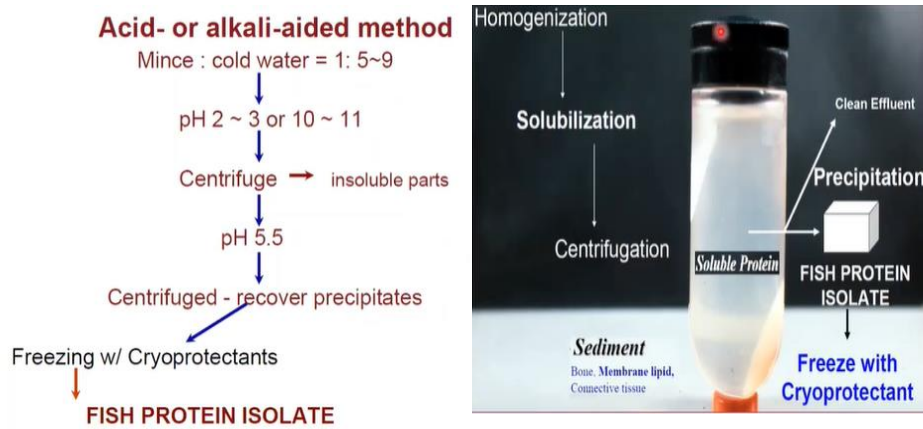
Fuente: Adaptado de Park & Lin (2005), citado por ITP (2021).

2.2.1.2. Métodos químicos

Se emplean el uso de solventes y reactivos químicos para extraer el agua y los lípidos.

Figura N° 2

Método químico para la obtención de CPP



Fuente: Park (2001), citado por ITP (2021).

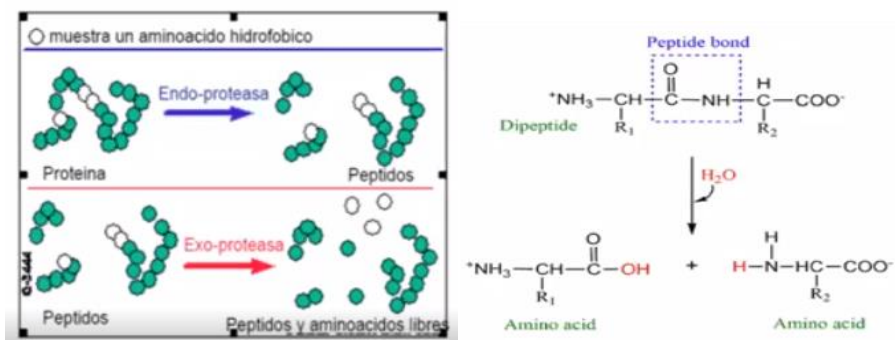
2.2.1.3. Métodos enzimáticos

Se requiere el uso de enzimas proteolíticas para descomponer las proteínas de pescado en péptidos de diferentes tamaños.

La hidrolisis enzimática se lleva a cabo en un reactor con controles de temperatura, tiempo, pH, relación [E]/[S], velocidad de agitación, concentración de oxígeno y otros aditivos (Espinoza & Castillo, 2022).

Figura N° 3

Método enzimático para la obtención de CPP



Fuente: ITP (2021).

2.2.2. Concentrado proteico de anchoveta tipo A

Es considerado un potencial producto debido a su gran contenido en proteínas alrededor del 80%, debido a ello es de gran interés en industrias alimentarias puesto que puede ser usado para enriquecer productos de panadería, así como otros tales como bebidas, fideos, arroz.

A la vez presenta numerosos beneficios para la salud del consumidor, especialmente en el bienestar del cerebro, puesto que potencia el desarrollo del cerebro, reduciendo el riesgo de padecer Alzheimer, al disminuir los triglicéridos y colesterol en sangre previene enfermedades cardiovasculares y regula la presión arterial alta, asimismo mejora el sistema inmunológico (ITP, 2021).

Para detallar más las especificaciones del CPA tipo A tales como características fisicoquímicas, perfil de aminoácidos, criterios microbiológicos, composición en micronutrientes, y límites de contaminantes, se presentan las siguientes tablas.

Tabla N° 2

Especificación de características físico-químicas del concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo-A

Componentes	Especificación
Humedad	Máx.8.00%
Grasa	Máx. 0.75%
Proteínas(g)	Min. 80%
Cenizas	Máx. 15.00%
Digestibilidad a la pepsin (0.0002%)	Min. 95%
Histamina	Máx. 500 ppm

Fuente: Colpex International SAC (2022). Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo A

Tabla N° 2

Perfil típico de Aminoácidos del concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo-A

Aminoácido	Especificación (g/100g)
Aminoácidos Esenciales	
Fenilalanina + Tirosina	3.66
Isoleucina	2.25
Leucina	4.78
Lisina	5.92
Metionina + Cistina	2.11
Treonina	2.59
Triptófano	0.50
Valina	2.95
Aminoácidos No-Esenciales	
Alanina	4.72
Arginina	3.76 g/100 g
Glicina	4.29 g/100 g
Histidina	3.50 g/100 g
Ácido aspártico	5.81 g/100 g
Ácido glutámico	9.26 g/100 g
Prolina	2.59 g/100 g
Serina	2.45 g/100 g

Fuente: Colpex International SAC (2022). Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo A

Tabla N° 2

Criterios Microbiológicos del concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo-A

Fuente: Colpex International SAC (2022). Concentrado proteico hidrolizado

Agente Microbiológico	Especificación
Enterobacterias (Recuento)	10 – 102 UFC/g
Levaduras (Recuento)	102 – 103 UFC/g
Listeria monocytogenes (Detección)	Ausencia/25 g
Mohos (Recuento)	102 – 103 UFC/g
Salmonella (Detección)	Ausencia/25 g

de pescado en polvo Tipo A

Tabla N° 2

Composición en micronutrientes del concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo-A

Componente	Especificación (mg/100 g)
Sodio	913.6
Potasio	1139.2
Hierro	5.961
Fosforo	512.6
Magnesio	94.88
Cromo	0.239
Molibdeno	0.017
Vitamina B1	0.388
Vitamina B2	0.400
Vitamina B3	30.7

Fuente: Colpex International SAC (2022). Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo A

Tabla N° 2

Límites de contaminantes (metales pesados) del concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo-A

Metales pesados	Especificación
Arsénico	< 25 ppm
Cadmio	< 2 ppm
Plomo	< 2.5 ppm
Mercurio	< 0.5 ppm
Fluor	< 250 ppm

Fuente: Colpex International SAC (2022). Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo Tipo A

2.3. Mango (*Mangifera Indica*)

Es una de las frutas tropicales climatéricas de mayor consumo en todo el mundo debido a su sabor y aroma agradable además de una textura firme y jugosa a la vez, pertenece a la familia de las Anacardiáceas y al género *Mangifera*, su clasificación taxonómica se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 2

Clasificación Taxonómica del Mango

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnnoliophytina
Clase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardaceae
Género	<i>Mangifera</i>
Especie	<i>Mangifera indica</i> L.

Fuente: Adaptado de Matheyambath et al. (2016)

Los frutos del mango se caracterizan por ser una drupa con forma variable, ya que puede ser redonda, ovalada, oblonga y alargada, su peso puede estar entre los 50 g hasta los 2 kg, mientras que su tamaño es alrededor de los 25 cm de largo con un grosor entre los 10 a 15 cm. Cabe señalar también que el color, forma, textura y sabor del mesocarpio (pulpa) varía dependiendo de la variedad del mango (Ruiz, 2022).

2.3.1. Mango variedad kent

Es una de las variedades de mayor exportación gracias a su agradable sabor por su alto contenido de azúcares y de gran fibrosidad, tiene un peso aproximado entre 500 a 800 g con forma ovalada orbicular, su color es amarillo anaranjado con una chapa rojiza cuando se encuentra maduro (Agrobanco, 2007).

El mango es una fruta que se caracteriza por su gran contenido en agua y carbohidratos, principalmente almidón que es transformado en glucosa, sacarosa y fructuosa cuando el fruto madura. Presenta también cantidades menores de fibra dietética, proteínas y lípidos. Aporta también compuestos bioactivos como la vitamina C, carotenoides, polifenoles, ácidos fenólicos, fibra, terpenoides y minerales antioxidantes como el potasio, cobre, zinc, manganeso, hierro y selenio (Matheyambath et al., 2016; Ribeiro & Schieber, 2010; Saleem Dar et al., 2016, citado por Ruiz, 2022).

Tabla N° 2

Composición química de la pulpa de Mango variedad Kent

Componente	Cantidad (g/100g de peso fresco)
Humedad	81.1
Proteína	0.5
Lípidos	0.1
Carbohidratos totales	16.4
Ceniza	1
Energía	131

Fuente: DIRCETUR (2014); Ribeiro & Schieber (2010).

2.3.2. Beneficios para la salud

Consumir mango trae consigo numerosos beneficios para la salud, gracias a su potente acción antioxidante retardando el envejecimiento celular, al ser buena fuente de vitaminas antioxidantes A y C disminuyen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, degenerativas y el cáncer (Gutiérrez, 2016).

Debido a su alto contenido en vitamina C (ácido ascórbico 24,8 mg), mejora la absorción de hierro en los alimentos y por tanto la resistencia a las infecciones., asimismo interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos. Su aporte en vitamina A favorece la visión, el buen estado de la piel, el cabello, los huesos y la correcta actividad del sistema inmunológico (Moreno, 2017).

Su alto contenido en fibra contribuye en la mejora de padecimientos gastrointestinales, a la vez baja los índices de colesterol en sangre, mientras que su contenido en potasio es benéfico para personas con insuficiencia renal (Gutiérrez, 2016).

2.3.3. Aprovechamiento de la cáscara de mango

Existen diversos factores adversos en la comercialización y exportación de mango en estado fresco, por ejemplo, no cumplir con los estándares de calidad para su exportación, prácticas de manipulación insuficiente, condiciones no optimas de almacenamiento y transporte, lo cual ocasionan grandes pérdidas en la producción de mango en el Perú superiores al 31% (aprox. 58 893 TM) (MINAGRI, 2019).

Ello sumado a que el mango al ser una fruta perecedera debido a su gran contenido en agua, es necesario transformarla en productos para conservarla por tiempos más prolongados, tales como conservas, jugos y harinas. Cabe señalar que durante la transformación del mango se descartan residuos orgánicos como la cáscara, siendo este un subproducto rico en nutrientes como la fibra dietética, ácidos orgánicos, aceites, proteínas y vitaminas, lo cual resulta interesante darle un aprovechamiento industrial transformándolo en un producto de larga duración como son las harinas. La cáscara de mango representa entre el 18 al 21% del peso total del fruto, dependiendo de la variedad (García, 2003, citado por López, 2018).

Es importante mencionar que la cáscara de mango es valorada por su contenido en pectina y fibra dietética, con un correcto equilibrio entre fibra dietética soluble (29%) y fibra dietética insoluble (27%), asimismo aporta un considerable contenido de polifenoles y compuestos antioxidantes (Cedeño & Zambrano, 2014). La composición fisicoquímica (% peso seco) de la cáscara de mango se describe en la Tabla 13.

Tabla N° 2

Composición fisicoquímica de la cáscara de Mango

Componente	Contenido (%)
Azúcares totales	48.2
Proteína	3.97
Fibra cruda	10.43
Almidón	2.96
Pectina	12.9
Taninos	2.31
Cenizas	2.91
Grasa	13.7

Fuente: García (2003).

2.4. Harina de cáscara de mango

2.4.1. Proceso de elaboración de harina de cáscara de mango

El proceso para la obtención de la harina de cáscara de mango variedad Kent, es descrita por Moreno (2017), y consta de las siguientes etapas.

- **Recepción:** El mango es recepcionado en jabas o sacos de rafia de 50 kg aprox.
- **Selección y clasificación:** Se eliminan los desechos como cáscaras deterioradas y oscuras.
- **Lavado y desinfección:** Para el lavado se usa agua potable con la finalidad de eliminar restos de partículas extrañas, suciedad y tierra de la superficie del mango. Mientras que la desinfección se lleva a cabo por inmersión en tinas con una solución de hipoclorito de sodio
- **Extracción de la pulpa del mango:** El mango es cortado y con la ayuda de una cuchara se extrae la pulpa para la obtención de la cáscara de mango.

- **Escaldado:** Las cáscaras de mango son escaldadas para luego dejarlas orear, y posteriormente cortarlas para reducir su tamaño.
- **Secado:** Las cáscaras de mango son secadas a 55°C por 4 h en un secador de bandejas horizontal con aire forzado.
- **Molienda:** Se realiza en un molino manual, hasta obtener una harina con tamaño de partícula promedio de 0.2 mm.
- **Tamizado:** Se lleva a cabo en un tamiz vibratorio con el fin de que la harina tenga 0.01 mm de tamaño de partícula.
- **Envasado:** La harina de cáscara de mango es envasada en bolsas de polipropileno y aluminio, correctamente selladas para asegurar su conservación.

2.4.2. Composición fisicoquímica de la harina de cáscara de mango

La harina de cáscara de mango aporta un contenido valioso en polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética (Ajila et al., 2008, citado por López, 2018).

Gracias a su aporte nutricional principalmente en fibra dietética es un ingrediente ideal para suplementar diversos alimentos como productos de panadería y lácteos.

Tabla N° 2

Composición fisicoquímica de la harina de cáscara de Mango

Componente	Contenido (%)
Humedad	6.24
Grasa	2.24
Proteína	2.82
Fibra cruda	10.35
Cenizas	4.23
Ácido cítrico	2.84
Azúcares	0.25
Almidón	12.8

Fuente: García (2003).

2.5. ACEITE DE GIRASOL

Se puede extraer entre el 35 a 50% de aceite de las semillas de girasol, no obstante, dependen de varios factores como la variedad, condiciones genéticas y ambientales, la presencia suficiente de agua durante el crecimiento y desarrollo de la semilla, lo cual repercute en la composición del aceite de girasol (Ebrahimian et al., 2019).

El proceso de obtención del aceite de girasol se basa en el prensado de las semillas de girasol (*Helianthus annuus*), el cual está compuesto por 88 a 90% de ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico) combinados y solo el 10% de ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) (Zheljazkov et al., 2008), destacando el omega 6, AGP linoleico, como AGP mayoritario, también aporta un excelente contenido en vitamina E aproximadamente 500 ppm (Guardia et al., 2015).

Comercialmente el aceite de girasol se encuentra en 3 presentaciones, (Duran et al., 2015, citado por Cueva, 2021):

- Aceite de girasol alto en AGPI (75%).

- Aceite de girasol alto en oleico con un 45% de AGM.

- Aceite de girasol alto en ácido esteárico con 14%.

Asimismo, el Codex Alimentarius (2015), clasifica al aceite de girasol en tres grupos dependiendo de su contenido en ácido oleico, los cuales son girasol, girasol alto oleico y girasol medio-oleico.

2.5.1. Composición en ácidos grasos

El aceite de girasol se caracteriza por aportar un excelente contenido en ácidos grasos poliinsaturados, AGP, principalmente ácido linoleico (AL), entre 63-78%, 0,06% de ácido alfa linoleico, una buena cantidad de C 18:2, trans-9, cis-12, que equivale al 0,3% de los ácidos grasos totales (Cueva, 2021)

Para mayor detalle su composición en los principales ácidos grasos se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 2

Composición en ácidos grasos principales del aceite de girasol

AG	Contenido (%)
C16:0 – Ácido palmítico	5.0 – 7.6
C18:0 – Ácido esteárico	2.3 – 4.0
C20:0 – Ácido araquídico	0.1 – 0.5
C22:0 – Ácido behénico	0.3 – 1.5
C24:0 – Ácido lignocérico	Nd – 0.5
C18:1 – Ácido oleico	14.0 – 39.4
C18:2 – Ácido linoleico	48.3 – 74.0

Fuente: Ayerdi et al. (2016). nd: no detectado

Cabe señalar, que la composición en ácidos grasos saturados (palmítico, esteárico) en el aceite de girasol no se encuentran por encima del 15% (Grompone, 2005, citado por García, 2019).

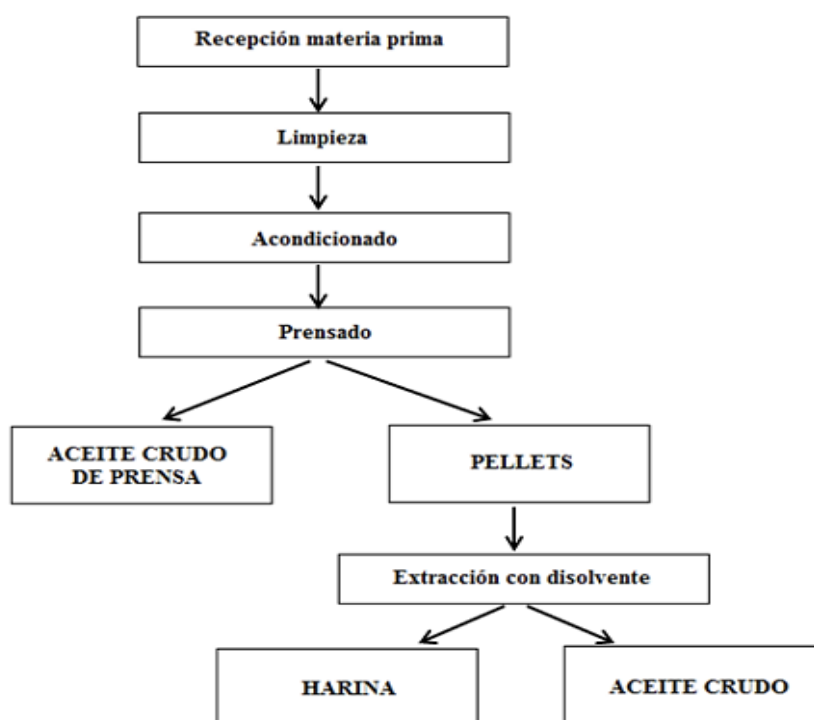
Es importante mencionar que al ser el aceite de girasol rico en AGP son más inestables y por tanto son propensos a oxidarse durante el almacenamiento o cuando son sometidos a temperaturas altas, por lo cual no es recomendable usar este tipo de aceite para freír (Vick et al., 2003, citado por Carrillo y Cañazaca, 2020).

2.5.2. Métodos de extracción de aceite de girasol

Existen tres métodos para extraer el aceite de la semilla de girasol, extracción mecánica, extracción con solvente y la extracción enzimática, siendo los dos primeros los más usados a nivel industrial. En la Figura 4, se presenta un esquema con los pasos básicos para la extracción de aceite en semillas oleaginosas.

Figura N° 4

Proceso de extracción de aceite de semillas oleaginosas



Fuente: García, (2019).

- Extracción mecánica

Se realiza mediante un prensado hidráulico y por un prensado expeller. Los expellers están conformados por un tornillo sinfín dentro de una caja perforada, por donde el aceite fluye, mientras que el pellet sale por el extremo, la obtención del aceite se da por la presión que ocurre entre el pellet y el obturador, con ello se obtiene aceite de girasol crudo que necesita ser refinado por la presencia de sólidos o lodos (García, 2019).

- Extracción con disolvente

Se emplean solventes como el etanol, éter de petróleo y el hexano, siendo el hexano el más utilizado debido a su efectividad y bajo costo, a pesar de ser un peligroso contaminante ambiental (Grasso, 2013; Pons, 2015).

El aceite es extraído del pellet mediante la adición de un disolvente, con ello se extrae cerca más del 98%, quedando menos del 2% de aceite en la torta residual. A la vez el aceite obtenido por medio de extracción con disolvente es de calidad inferior a comparación del aceite obtenido por prensado mecánico, puesto que el disolvente extrae compuestos lípidos, como los fosfolípidos y ceras (Velasco & Ruiz-Méndez, 2015).

- Extracción enzimática

Tiene la desventaja de ser de costo elevado por la utilización de enzimas, así como el bajo rendimiento para la obtención de aceite, es por ello que no es un método conocido y poco usado (Ribeiro et al., 2016).

2.5.3. Efectos benéficos para la salud

Por su alto contenido en ácido linoleico omega-6, disminuye los triglicéridos, lo cual es contrastado con un estudio en donde evidencian que una dieta rica en AGPI omega-6 durante 10 semanas reduce la grasa hepática, a la vez otro estudio afirma que el aceite de girasol actúa como un factor protector en personas que habían sufrido un infarto de miocardio (Durán et al., 2015).

Asimismo, el consumo de aceite de girasol permite el correcto funcionamiento del sistema nervioso, gracias a la omega 6 que contiene, previniendo y mejorando el padecimiento de alguna neuropatía como el Alzheimer, esclerosis múltiple, u otros males menores como estrés, nerviosismo o ansiedad (Botánica, 2020).

Por su elevado contenido en vitamina E, beneficia padecimientos del sistema circulatorio y cardiovascular. También se le han asociado propiedades protectoras y nutritivas para la piel, por la presencia de ácido linoleico en el aceite de girasol (Botánica, 2020).

2.6. Pan de molde

Se define como un producto obtenido mediante la cocción de la masa fermentada introducido en un molde, es elaborado a base de harina de trigo y otros insumos permitidos (NTP 206.004., 1988, revisada 2016).

Este tipo de pan se caracteriza por presentar una textura muy blanda, además su tiempo de conservación es mayor a comparación del pan común, a la vez tiene mayor contenido en grasa, pues para su elaboración se emplean grasas, leche y huevo (Moreno, 2017).

2.6.1. Composición nutricional

Es importante mencionar que la composición nutricional del pan de molde va a depender del grado de refinado de la harina que se emplea para su elaboración, así como de otros insumos o suplementos que se adicionan con la finalidad de enriquecer o fortificar el pan. Si la harina empleada es integral, el pan de molde tendrá mayores valores en proteínas, fibras, minerales y vitaminas del grupo B. En cuanto a su valor energético es de 287 kcal/100 g, su contenido aproximado en grasas y proteínas son de 4.5 g/100 g y 8 g/100g respectivamente (Espinoza & Ludeña, 2018).

En la Tabla 16, se presenta la composición nutricional para 100 gr de porción comestible de pan de molde.

Tabla N° 2

Composición nutricional de pan de molde

Componente	Cantidad (100 g de porción)
Energía (kcal)	287
Carbohidratos (g)	52
Lípidos totales (g)	4.5
Fibra (g)	3.2
Proteínas (g)	7.75
Humedad (g)	32.3
Ca (mg)	130
Hierro (mg)	2.3

Fuente: Adaptado de Moreiras (2013).

Cabe señalar, los criterios fisicoquímicos para el pan de molde dispuestos por la RM N° 1020-2010/MINSA (2010), presentados en la siguiente tabla.

Tabla N° 2

Criterios fisicoquímicos del pan de molde

Parámetro	Límites Máximos Permisibles
Humedad	40%
Acidez (expresada en ác. sulfúrico)	0.5% (base seca)
Cenizas	4% (base seca)

Fuente: RM N°1020-2010/MINSA, (2010).

2.6.2. Insumos para la elaboración de pan de molde

a) Harina de trigo

La harina idónea para la panificación, es una harina fuerte con alto contenido proteico, ya que las proteínas presentes en la harina de trigo, específicamente la gliadina y glutenina, durante el amasado interaccionan con el agua y forman el

gluten, el cual actúa como una malla elástica para que la masa atrape el CO₂ durante la fermentación (Ludeña, 2011).

Es importante destacar la influencia de la harina de trigo en la estructura y el volumen del pan, debido a la intervención del gluten que proporciona elasticidad, viscosidad y cohesión, y por el almidón que al absorber agua desarrolla una estructura permeable a los gases, evitando cambios abruptos en el volumen del pan (Rodríguez & Lom, 2016).

b) Agua

El agua empleada para la elaboración de pan de molde debe ser inocua y de calidad sanitaria, puesto que interacciona directamente con los ingredientes, en especial con la harina. Sus funciones principales son facilitar el mezclado de los ingredientes e hidratar el almidón, así como controlar el tiempo de leudación y la temperatura de la masa (Carranza & Toro, 2018).

c) Levadura

Las levaduras usadas para la panificación son del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales bajo condiciones establecidas son las responsables de la fermentación alcohólica y producción de CO₂ (Lezcano, 2011, citado por Espinoza & Ludeña, 2018).

Durante la fermentación las levaduras actúan transformando los azúcares del almidón en etanol y CO₂, con ello la masa adquiere volumen y elasticidad, originando un pan esponjoso.

Comercialmente se puede adquirir la levadura en dos formas: levadura en pasta o levadura activa seca en gránulos.

Cabe mencionar que la levadura interviene también en parte del desarrollo del aroma y sabor, por la producción de alcoholes, éteres, ácido acético, butírico y láctico, otorgándole el aroma típico del pan.

d) Sal

El porcentaje de adición de sal varía entre 1.8 a 2.1% como máximo con respecto al total de harina empleada, luego de la cocción solo persiste en el pan un valor aproximado entre 1.1 a 1.4% (Ludeña, 2011).

Sus funciones básicas son realzar el sabor, controlar la fermentación de la levadura, reforzar el gluten, aportar apariencia crocante (Córdova et al., 2010).

e) Azúcar

La presencia del azúcar en la elaboración del pan de molde es de suma importancia no tan solo por servir de sustrato a la levadura, sino porque además de proporcionar sabor, permite retener humedad conservando al pan por un periodo más largo (Iglesias & Haros, 2011).

El azúcar también cumple funciones como otorgar volumen al pan, aportar suavidad al producto, incorporar aire durante el cremado y dar coloración a la corteza, fenómeno que ocurre durante la reacción de Maillard (Carranza & Toro, 2018).

f) Grasa

Las funciones de la grasa en panificación son múltiples, todo gracias a su propiedad emulsionante, entre ellas tenemos retener la humedad, favorece el volumen de la masa por su poder aireador para atrapar el aire en pequeñas burbujas durante el batido en donde el vapor queda atrapado durante el horneado,

evitando de esta manera que la masa pierda volumen, a la vez cumple función de conservación haciendo que el pan se mantenga por más tiempo (Ludeña, 2011).

g) Emulsionantes

Se caracterizan por tener una parte hidrófila y otra lipófila, con lo cual interviene en las siguientes funciones disminuye de la temperatura de gelatinización, mejora la conversión de los almidones al aumentar la velocidad y bajar el tiempo de fermentación, mejora la apariencia física de los panes al fortalecer la retención de los gases, por su parte hidrófila permite que el agua se integre en toda la masa consiguiendo una humedad interna óptima, la parte lipófila regula el contenido de grasa en el pan de molde (Osorio, 2004, citado por Carranza & Toro, 2018).

h) Mejorador de masa

Se aplican durante el amasado con el fin de corregir fallas de las masas que se podrían producir durante el proceso, actuando directamente sobre las proteínas de la harina permitiendo así reforzar el gluten, se recomienda una dosis entre el 0.5 – 2% con respecto al total de harina empleada (Espinoza & Ludeña, 2018).

El mejorador de masa cumple también otras funciones como aumentar el volumen de los panes gracias una mayor absorción de aire, otorgar crocantez a la corteza, suavidad a la masa y color típico al pan (Carranza & Toro, 2018).

i) Conservadores

Se emplean con el fin de incrementar el tiempo de vida útil del pan de molde, entre los conservadores más usados tenemos al ácido propiónico y sus sales de Ca y Na (4000 mg/kg), ácido sórbico y sus sales Ca, K y Na (1500 mg/kg) (Espinoza & Ludeña, 2018).

2.6.3. Método de elaboración de pan de molde

a) Método de masa directa

Es un método sencillo y rápido, ya que solo consta de un paso en donde todos los ingredientes son mezclados a excepción de la levadura que se va agregando poco a poco antes de culminar con el amasado. La masa que se obtiene debe ser suave y elástica, además tiene que fermentarse durante 2 a 4 horas (Espinoza & Ludeña, 2018; López, 2013).

b) Método de esponja

Consiste primero en elaborar una masa madre o esponja, en donde se mezcla el 30 a 40% de harina de trigo, con agua, sal y levadura, dejando fermentar por un par de horas, para después terminar de adicionar la harina restante, el agua y los ingredientes faltantes, finalmente se termina el amasado al igual que el método de masa directa (Espinoza & Ludeña, 2018).

2.6.4. Proceso de elaboración de pan de molde

Las etapas del proceso de elaboración de pan de molde mostradas a continuación fueron descritas por Espinoza & Ludeña (2018).

- Pesaje de insumos

Los insumos son pesados para así no tener inconvenientes y fallas en la elaboración de pan de molde.

- Mezclado y amasado

Los insumos son mezclados uniformemente para que el gluten se desarrolle óptimamente.

- Corte y pesaje de masa

La masa es cortada en secciones y luego pesada dependiendo del tipo de pan a elaborar.

- Boleo

La masa es reconstituida manualmente luego de la división.

- Reposo de la masa (1era fermentación)

La masa reposa entre 10 a 20 min, con el objetivo de recuperar el gas que se vio perdido durante la etapa de corte y moldeado, es decir durante esta etapa la masa adquiere volumen.

- Moldeado

La masa es extendida usando un rodillo, para luego dar la forma característica al pan que se desea elaborar.

- Leudación (2da fermentación)

Conocida como fermentación alcohólica y se da a 30 – 35°C y 80 – 85% de humedad. La fermentación de la masa ocurre en tres etapas, primero durante el amasado hasta el corte, luego hasta el moldeado y finalmente hasta el horneado cuando la masa alcanza los 50°C en su interior.

- Horneado

La masa es horneada a 150°C por 45 min. Cuando la masa adquiere los 45 – 50°C de T° interna la levadura muere por tanto ya no se produce gas y el volumen del pan queda marcado, a los 60 – 70°C T° interna se define la forma del pan debido a la coagulación de las proteínas y la gelatinización de almidones, por último se

da el secado del pan donde se forma la corteza mostrándose una coloración característica producto del pardeamiento.

- Enfriamiento

El pan es enfriado a temperatura ambiente por el lapso de 3 horas.

- Cortado

La barra de pan es cortada en 25 rebanadas con un espesor de 14 mm.

- Envasado

El pan de molde es envasado en bolsas de polipropileno, con el fin de preservarlo por mayor tiempo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), el Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA) y la Planta Piloto Agroindustrial (PPA) de la Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia Prima e insumos

3.2.1. Materia prima

Con el propósito de elaborar pan de molde de excelente calidad, se emplearon los siguientes ingredientes principales:

- **Harina de Trigo (HT)**

Será obtenida de la Comercializadora Pirámide ubicado en José Carlos Mariátegui Mz. T3 - Lt 3 Nvo Chimbote, requiriéndose 10 kg para satisfacer la demanda necesaria.

- **Concentrado proteico en polvo de anchoveta (CPA)**

El CPA se adquirirá de la empresa COLPEX SAC, ubicado en la zona industrial del 27 de octubre.

- **Harina de Cáscara de Mango (HCM)**

La materia prima para obtener la harina de cáscara de mango necesaria, serán 20 mangos, variedad Kent procedentes de Moro y comercializadas en el mercado la Perla.

- **Aceite de Girasol (AG)**

Será adquirida en el Supermercado Plaza Veá de Nuevo Chimbote.

3.2.2. Insumos

Se emplearon los siguientes ingredientes para la elaboración del pan de molde:

- Manteca vegetal
- Azúcar
- Mejorador
- Antimoho
- Levadura seca
- Emulsionante
- Leche en polvo
- Agua

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

- a) Obtención de Harina de Cáscara de Mango.
 - Secador de Bandejas: Marca TORRH, Modelo SBT-10XL. Perú.
 - Molino Universal: Marca IKA, Modelo M20.
 - Molino Ultracentrífugo: Marca RETSCH, Modelo ZM200.
 - Tamiz Magnético: Marca RETSCH, Modelo AS 200 basic. EE.UU.
- b) Elaboración de Pan de molde.
 - Batidora: Marca NOVA. Modelo 30L. Serie 0549026 País: Perú
 - Horno Rotatorio por convección: Marca Nova. Modelo: MAX 1000. Serie: 0501028. País: Perú
 - Fermentador: Marca NOVA. Modelo Max 1000
 - Mesa de acero inoxidable
 - Utensilios de acero inoxidable

- c) Análisis Química Proximal de la HCM y pan de molde formuladas.
- Estufa: Marca POL-EKO-APARATURA SP.J. Modelo SLW 115 TOP+, Serie SWITF 121018
 - Digestor: Marca FOSS, Modelo DT 208 Digestor 230V, Serie 91759820
 - Destilador: Marca: FOSS Modelo Kjeltex 8100, Serie 91758484
 - Equipo de Soxhlet: Marca FOSS, Modelo Basic Unit 2046 Soxtec Control Unit 230V, Serie 204600047
 - Mufla: Marca Thermolyne, Modelo FB131OM-26. Alemania.
 - Determinador de Fibra: Marca FOSS, Modelo FIBERTEC 1023. Dinamarca.
 - Baño María: Marca COLE PARMER, Modelo 8892. EE.UU.
 - Estufa: Marca BLUE-M, modelo SW-17TC-1. EE.UU.
 - Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010
- d) Análisis color instrumental de harinas y del pan de molde formuladas.
- Colorímetro: Marca Konica Minolta, Modelo CR-400.
- e) Otros Equipos
- Balanza analítica 0.0001mg: Marca: Precisa

3.3.2. Materiales

- Placa petri
- Vaso de precipitados 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml y 500 ml
- Bureta de 10, 25 y 50 ml
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Crisoles de porcelana
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Cocina eléctrica
- Algodón

- Probeta de 100, 250 y 500 ml
- Espátula de acero inoxidable
- Pinza para crisoles
- Campana de desecación
- Tubos centrífuga

3.3.3. Reactivos

a) Análisis Química Proximal de las Harinas y pan de molde formuladas

1. Proteína

- Solución de ácido sulfúrico concentrado
- Pastillas de catalizadores: Sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de potasio anhidro
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Ácido bórico al 4% p/v
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 %
- Na₂CO₃
- Solución indicadora de rojo de metilo
- Etanol 95%

2. Grasa

- Éter de petróleo (40-60°C)

3. Fibra Dietética Total

- Kit Enzimático:
- Proteasa: Actividad Enzimática, 8 U/mg enzima; pH, 5.5 – 10.0; Temperatura, 60°C.
- α-amilasa: Actividad Enzimática, 3000 U/ml; pH, 5.5 – 10.0; Temperatura, 90°C.

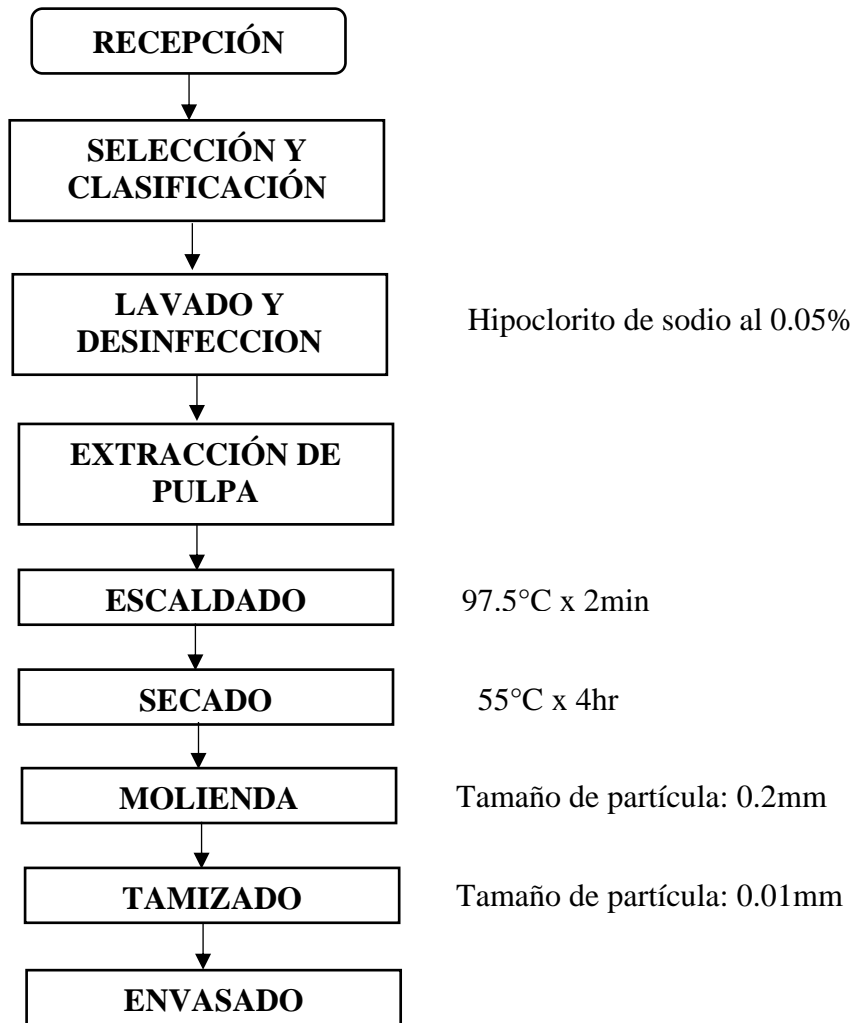
- Amiloglucosidasa: Actividad Enzimática, 3300 U/ml; pH, 5.5 – 10.0;
Temperatura, 60°C.
 - Buffer Fosfato 0.05 N, pH 6
 - NaOH 0.275 N
 - HCl 0.325 N
 - Etanol 95%
 - Etanol 78%
 - Acetona
 - Celite
4. Ácidos Grasos Poliinsaturados
- Solventes
 - Helio como gas transportador
 - Columnas capilares

3.4. Metodología

3.4.1. Proceso de obtención de harina de cáscara de mango

Figura N° 5

Esquema del proceso de obtención de harina de cáscara de mango



Descripción del proceso de obtención de harina de cáscara de mango

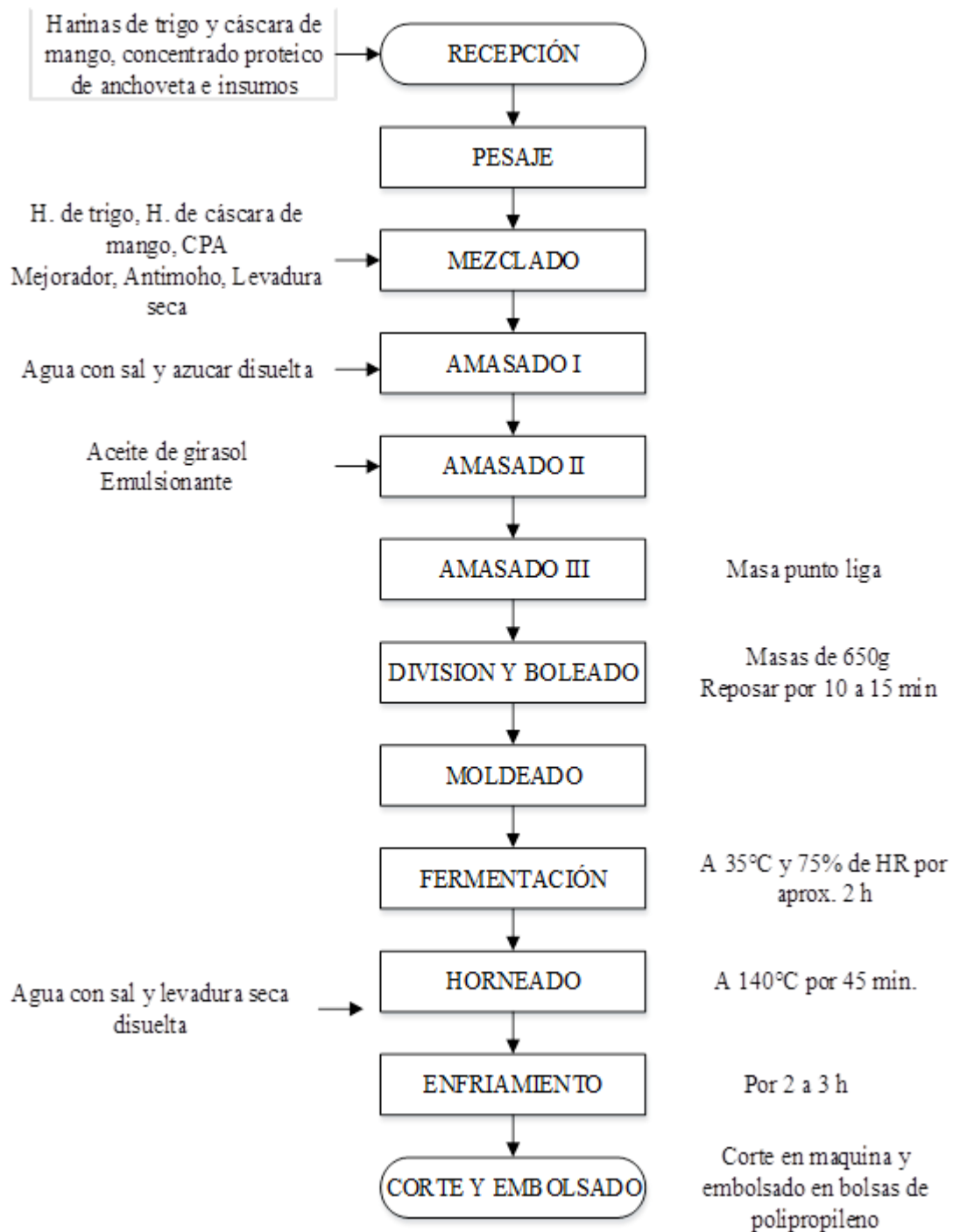
El proceso para la obtención de la harina de cáscara de mango variedad Kent, es explicada por Moreno (2017) en su investigación, y es de acuerdo a lo detallado a continuación:

- Recepción: El mango se ha recepcionado de acuerdo a lo requerido.
- Selección y clasificación: Se seleccionan y eliminan los desechos como cáscaras deterioradas y oscuras.
- Lavado y desinfección: El lavado se hace con agua potable para eliminar los restos de materia extraña, suciedad y tierra de la superficie del mango. En el caso de la desinfección, este se realiza por inmersión en tinas con una solución de hipoclorito de sodio al 0.05%.
- Extracción de la pulpa del mango: El mango lavado y desinfectado es colocado en las mesas de acero inoxidable y luego de ello se procede a cortar y con la ayuda de una cuchara se extrae la pulpa de mango hasta obtener solo la cáscara de mango.
- Escaldado: Las cáscaras de mango son escaldadas (97,5°C durante 2 minutos, Cedeño y Zambrano,2014) y luego son dejadas orear, y posteriormente cortarlas para reducir su tamaño.
- Secado: Las cáscaras de mango son secadas a 55°C por 4 h en un secador de bandejas horizontal con aire forzado.
- Molienda: Se realizo en un molino manual, hasta obtener una harina con tamaño de partícula promedio de 0.2 mm.
- Tamizado: Esta operación se llevó a cabo en un tamiz vibratorio con el fin de que la harina posea 0.01 mm de tamaño de partícula.
- Envasado: La harina de cáscara de mango (HCM) es envasada en bolsas de polipropileno y aluminio, para luego ser selladas adecuadamente y de esta manera se pueda asegurar su conservación.

3.4.2. Proceso de elaboración de pan de molde

Figura N° 6

Esquema del proceso de elaboración de pan de molde



Descripción del proceso de elaboración de pan de molde

El procedimiento para la elaboración de pan de molde con concentrado proteico de anchoveta (CPA), harina de cáscara de mango y aceite de girasol, es detallado en base a los descrito por Moreno (2017).

- Recepción y pesaje: Las harinas de trigo y cáscara de mango, concentrado proteico de anchoveta e insumos son recepcionados y pesados de acuerdo a las formulaciones establecidas.
- Mezclado: Los ingredientes secos tales como la harina de trigo, harina de cáscara de mango, Concentrado Proteico de Anchoveta, Mejorador, Antimoho y Levadura seca son mezclados uniformemente.
- Amasado I: Adicionar agua con sal y azúcar disuelta a la mezcla anteriormente realizada.
- Amasado II: Amasar hasta obtener una masa uniforme y la levadura este disuelta totalmente, luego proseguir a añadir el aceite de girasol junto con el emulsionante.
- Amasado III: Seguir amasando hasta que la masa alcance el punto liga característico.
- División y boleado: Se divide en masas de 650 g y luego se procede a bolear, dejarlas reposar durante 10 a 15 min.
- Moldeado: Cada masa es estirada y enrollada uniformemente con ayuda de un rodillo, luego son colocadas en un molde.
- Fermentación: Las masas son fermentadas a 35°C y 75%HR por aprox. 2 horas.
- Horneado: El horneado se realiza a 140°C durante 45 min.
- Enfriamiento: El pan de molde se deja enfriar de 2 a 3 horas.

- Corte y embolsado: El pan de molde es cortado con ayuda de una máquina y posteriormente es embolsado en bolsas de polipropileno.

3.4.3. Método de caracterización de las materias primas

3.4.3.1. Determinación del análisis químico proximal del CPA

El concentrado proteico de anchoveta (CPA) fue obtenido de la empresa COLPEX, y su información nutricional obtenida de la etiqueta (ver Anexo 1) será tomada como su caracterización fisicoquímica, dentro de los componentes se encuentra: Proteína, grasa total, carbohidratos, vitaminas B1, B2 y B3, así como aminoácidos esenciales y minerales (Fósforo, hierro, potasio y sodio).

3.4.3.2. Determinación del análisis químico proximal del HCM y HT

Se procedió a realizar el análisis proximal de la caracterización proximal de las harinas de trigo (HT) y cáscara de mango (HCM) utilizando una variedad de métodos de evaluación, entre los cuales se incluyen:

- **Humedad:**

Se empleó el método establecido en el AOAC, 1990, para determinar el contenido de humedad en las muestras analizadas.

- **Proteína:**

El análisis del contenido de proteína siguió el procedimiento detallado en el A.O.A.C.2001.11, 2012.

- **Grasa:**

Se llevó a cabo la determinación del contenido de grasa utilizando el método AOAC, 963.15 del año 2005.

- **Ceniza:**

El contenido de ceniza se evaluó mediante el método NTP 205.038, establecido en el año 1975.

- **Determinación del Contenido de Fibra Dietética Total (Método enzimático-gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016).**

La determinación del contenido de fibra dietética determinada únicamente a la harina de cáscara de mango, puesto que su contenido es más representativo en esta en comparación a la harina de trigo.

- **Determinación del contenido de ácidos grasos poliinsaturados**

Se utilizó el método AOCS Official Method Ce 1b-89 (2009). Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC. El método consiste en realizar la extracción de la grasa por hidrólisis, una vez obtenida la grasa se procede a la saponificación y metilación de acuerdo a lo indicado en el método, luego se realiza la extracción de los metil ésteres (ácidos grasos) para luego ser inyectado al cromatógrafo de gases, junto con los estándares de referencia FAME y luego se procede a la integración y emisión de los resultados.

- **Carbohidratos:**

El método utilizado para determinar el contenido de carbohidratos fue el NTP 205.038, establecido en 1975. Este valor se calculó restando 100% de la suma de los porcentajes de humedad (H), proteínas (P), grasa (G) y ceniza (C)

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\text{H}\% + \text{C}\% + \text{G}\% + \text{P}\%)$$

3.4.3.3. Determinación del análisis químico proximal del aceite de girasol

El aceite de girasol de la marca BASSO será obtenido del Supermercado Plaza Vea de Nuevo Chimbote, además la información descrita en su etiqueta será

utilización como caracterización, y dentro de ellos se encuentra su contenido de ácidos grasos totales, saturados, insaturados y poliinsaturados (ver Anexo 3).

3.5. Diseño Experimental

3.5.1. Variables independientes

Se tomaron en cuenta como variables independientes los porcentajes de sustitución de concentración proteico de anchoveta (CPA) (% p/p) y concentración porcentual de harina de cáscara de mango (% p/p)

3.5.2. Diseño estadístico

El diseño experimental elegido es un diseño multifactorial categórico, considerando los porcentajes de incorporación para el Concentrado Proteico de Anchoveta (CPA) de 0, 1, 1.5 y 2%, y para la Harina de Cáscara de Mango (HCM) de 0, 8 y 10%, obteniéndose un total de 12 formulaciones, con ello se evaluará el efecto de las variables independientes (concentraciones de CPA y HCM en %) con respecto a las variables dependientes (características fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales de los panes de molde obtenidos), las cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla N° 4

Porcentajes de Incorporación de las variables independientes del diseño experimental Multifactorial Categórico

Variables Independientes	% Incorporación			
Concentración Proteico de Anchoveta (CPA) (% p/p)	0	1	1.5	2
Concentración Porcentual de Harina de Cáscara de Mango (% p/p)	0	10	8	

Es importante señalar que también se incorporará aceite de girasol (%) en la formulación, no obstante, este será constante además de ser un sustituto de la manteca que se utiliza comúnmente en la elaboración de pan de molde, esto con la finalidad de incrementar el contenido de AGPI y reducir el contenido de ácidos grasos saturados perjudiciales para la salud.

Tabla N° 5

Variables dependientes de evaluación de pan de molde

Análisis	Variables Dependientes
Caracterización Fisicoquímica	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad (%) - Proteína (%) - Grasa (%) - Ceniza (%) - Fibra dietética Total (%) - AGPI (%)
Caracterización Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - Color (corteza y miga) - Volumen específico
Análisis Sensorial	<ul style="list-style-type: none"> - Color - Sabor - Aroma - Textura - Apariencia general

Según el diseño experimental seleccionado Multifactorial Categórico, y las condiciones descritas previamente, se muestra la siguiente matriz experimental con un total de 12 experimentos o formulaciones.

Tabla N° 6*Matriz Experimental del Diseño Multifactorial Categórico*

Experimento	CPA (%)	Harina de Cáscara de Mango (%)	Aceite de Girasol (%)
1	0	0	5
2	0	8	5
3	0	10	5
4	1	0	5
5	1	8	5
6	1	10	5
7	1.5	0	5
8	1.5	8	5
9	1.5	10	5
10	2	0	5
11	2	8	5
12	2	10	5

3.5.3. Análisis estadístico

Los resultados derivados de los diversos análisis realizados serán procesados utilizando el software Statistica 10.0 (StatPoint Technologies, Inc, Virginia, EE. UU.), que nos habilitará para llevar a cabo análisis de varianza ANOVA. De esta manera, podremos determinar si hay alguna diferencia significativa con un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$).

3.5.4. Formulación de pan de molde

Para la elaboración del pan de molde se tomó como base la formulación propuesta por la Planta Piloto UNS (2011), es importante mencionar que la harina de trigo será sustituida parcialmente por Concentrado Proteico de Anchoveta (CPA) y Harina de Cáscara de Mango (HCM) de acuerdo a las formulaciones establecidas en el diseño

experimental, a la vez se reemplazará los 10% de manteca por aceite de girasol, manteniendo constante el porcentaje de 5% para todas las formulaciones incluida la F control.

Tabla N° 7

Formulación para la elaboración de pan de molde

Ingredientes	Porcentaje % p/p
Harina de trigo	100
Mejorador enzimático	1
Antimoho	0.3
Sal	2
Azúcar	8
Agua	50
Levadura seca	2
Aceite de girasol	5
Emulsionante	1

Fuente: Adaptado de Manual de panificación (Planta Piloto UNS, 2011, citado por Moreno, 2017)

3.5.5. Metodología de evaluación de la calidad del pan de molde

- **Humedad:**

Se empleó el método establecido en el AOAC, 1990, para determinar el contenido de humedad en las muestras analizadas.

- **Proteína:**

El análisis del contenido de proteína siguió el procedimiento detallado en el A.O.A.C.2001.11, 2012.

- **Grasa:**

Se llevó a cabo la determinación del contenido de grasa utilizando el método AOAC, 963.15 del año 2005.

- **Ceniza:**

El contenido de ceniza se evaluó mediante el método NTP 205.038, establecido en el año 1975.

- **Determinación del Contenido de Fibra Dietética Total (Método enzimático-gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016).**

La determinación del contenido de fibra dietética será determinada únicamente a la harina de cáscara de mango, puesto que su contenido es más representativo en esta en comparación a la harina de trigo.

- **Determinación del contenido de ácidos grasos poliinsaturados**

Se utilizó el método AOCS Official Method Ce 1b-89 (2009). Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC. El método consiste en realizar la extracción de la grasa por hidrólisis, una vez obtenida la grasa se procede a la saponificación y metilación de acuerdo a lo indicado en el método, luego se realiza la extracción de los metil ésteres (ácidos grasos) para luego ser inyectado al cromatógrafo de gases, junto con los estándares de referencia FAME y luego se procede a la integración y emisión de los resultados.

- **Determinación del Volumen Específico**

El volumen específico del pan de molde se determinó mediante el método de desplazamiento de semillas de baja densidad (alpiste), luego de una hora del horneado (El Dash, Camargo y Díaz, 1982, citado por Moreno, 2017).

- **Determinación del Color (Corteza y miga)**

La determinación del color de corteza y miga del pan de molde se realizó por el sistema CIELAB, mediante el uso del colorímetro (marca KONICA MINOLTA),

en donde L* luminosidad (negro 0 / blanco 100), a* (verde - / rojo +) y b* (azul - / amarillo +), la cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*) (Minolta, 1993, citado por Moreno, 2017).

Es importante señalar que la toma de color se realizó por triplicado tanto para el color de la miga (parte central del pan) como para el color de la corteza (parte superior del pan).

Para el cálculo de la Cromacidad y ángulo de tonalidad se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cromaticidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

- **Análisis sensorial**

El análisis sensorial del pan de molde se ha realizado mediante una prueba afectiva con un nivel de agrado de 7 puntos, en donde 1= Me disgusta mucho y 7=Me gusta mucho, los criterios de evaluación serán color, sabor, aroma, textura y apariencia general), la evaluación se llevó a cabo en la planta piloto de la UNS, contando con la participación de 40 panelistas no entrenados de ambos sexos y de diferentes grupos de edad. Asimismo, se realizará una encuesta en base a la intención de compra del producto, con una escala de 5 puntos en donde 1= ciertamente no lo compraría y 5= ciertamente lo compraría. Los puntajes promedios obtenidos serán tratados estadísticamente en el programa statgraphics, mediante una prueba ANOVA. La ficha de evaluación sensorial del pan de molde se presenta en Anexo 4.

3.5.6. Elección de la formulación óptima

Para determinar la mejor formulación de la investigación, se utilizó el software Statgraphics. Durante este proceso, se consideraron aspectos como la humedad, la proteína, la grasa, la ceniza, la fibra dietética total y los AGPI, así como el color (tanto de la corteza como de la miga), y el volumen específico. Además, se evaluaron sensorial como el color, el sabor, el aroma, la textura y la apariencia general del producto final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación de la composición química proximal de las harinas de trigo, cáscara de mango

4.1.1. Harina de trigo

Los resultados de los análisis efectuados a la harina de trigo se presentan en la tabla 8.

Tabla N° 8

Composición fisicoquímica de la harina de trigo (100g en base seca)

Composición	Cantidad (%)
Humedad	11.47 ± 0.05
Proteína	11.97 ± 0.114
Grasa	1.69 ± 0.21
Ceniza	0.42 ± 0.172
Fibra dietética total	4.02 ± 2.80
Fibra insoluble	2.82 ± 1.58
Fibra soluble	1.2 ± 1.22

Nota: Media de 3 repeticiones ± DS

La harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) es el ingrediente principal en numerosos procesos de panificación (Okpala & Egwu, 2015). Es idoneidad para la producción de diversos productos de confitería por sus excelentes propiedades viscoelásticas del gluten, la proteína presente en el trigo (Ibitoye, Afolabi, Otegnayo y Akintola, 2013).

Los análisis de la composición de la harina de trigo mostraron un 11.47% de humedad, 11.97% de proteína, 1.69% de grasa y 0.42% de ceniza. Un estudio anterior que evaluó la composición proximal de la harina de trigo encontró diferencias en los resultados, reportando un 78.10% de carbohidratos, 14.7% de proteínas, 2.10% de grasas, 2.10% de minerales y cantidades significativas de vitaminas como la tiamina

y la vitamina B (Okpala & Egwu, 2015). Otro estudio realizado determinó que la harina de trigo contiene 83.60% de carbohidratos, 10.23% de proteínas, 1.33% de grasas, 1.00% de ceniza y 3.33% de humedad (David et al., 2015).

La harina de trigo contiene un 4.02% de fibra dietética total, de la cual un 2.82% es fibra insoluble y un 1.20% es fibra soluble. Según Makinde & Eytayo (2019), la fibra en la harina de trigo es de $0.44 \pm 0.10\%$. Por su parte, Frolich & Asp (1981) determinaron que el contenido total de fibra en la harina de trigo es de $3.6 \pm 0.6\%$, con $2.8 \pm 0.5\%$ de fibra insoluble y $0.8 \pm 0.4\%$ de fibra soluble.

4.1.2. Harina de cascara de mango

Los resultados de los análisis efectuados a la harina de cascara de mango se presentan en la tabla 9.

Tabla N° 9

Composición fisicoquímica de la harina de cascara de mango (100g en base seca)

Composición	Cantidad (%)
Humedad	2.19 ± 0.051
Proteína	4.891 ± 0.123
Grasa	5.672 ± 0.12
Ceniza	3.26 ± 0.189
Fibra dietética total	38.10 ± 4.66
Fibra insoluble	19.95 ± 2.34
Fibra soluble	18.15 ± 1.32

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

Los análisis de la composición de la harina de cáscara de mango mostraron un 2.19% de humedad, 4.891% de proteína, 5.672% de grasa y 3.26% de ceniza. Un estudio anterior que evaluó la composición proximal de harina de cáscara de mango encontró diferencias en los resultados, reportando un $52.3 \pm 0.6\%$ de carbohidratos, $6.3 \pm 0.1\%$

de proteínas, $1.6 \pm 0.0\%$ de grasas y $4.2 \pm 0.0\%$ de ceniza (del Pilar Sánchez-Camargo et al., 2019). Otro estudio determinó que la harina de cáscara de mango contiene 28.2% de carbohidratos, 3.6% de proteínas y 2.2% de grasas (Lebaka et al., 2021).

La harina de cáscara de mango tiene un 38.10% de fibra dietética total, de la cual un 19.95% es fibra insoluble y un 18.15% es fibra soluble. Según Ajila & Rao (2013), la fibra dietética total en la harina de cáscara de mango es de $54.9 \pm 2.6\%$, con $37.7 \pm 0.9\%$ de fibra insoluble y $17.2 \pm 1.8\%$ de fibra soluble. Comparativamente, otro estudio determinó que la fibra dietética total es del $35.6 \pm 0.5\%$, con $23.5 \pm 0.4\%$ de fibra insoluble y $12.1 \pm 0.3\%$ de fibra soluble.

4.1.3. Concentrado proteico de anchoveta

Los resultados de los análisis efectuados al concentrado proteico de anchoveta se presentan en la tabla 10.

Tabla N° 10

Composición fisicoquímica del concentrado proteico de anchoveta (100g en base seca)

Composición	Cantidad (%)
Humedad	8.00 ± 0.15
Proteína	80.00 ± 0.145
Grasa	0.75 ± 0.32
Ceniza	15.00 ± 0.184

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

Los análisis de la composición del concentrado proteico de anchoveta mostraron un 8.00% de humedad, 80.00% de proteína, 0.75% de grasa y 15.00% de ceniza. Al comparar estos resultados con estudios previos, se pueden observar diferencias y similitudes importantes. Un estudio anterior que evaluó la composición proximal

del concentrado proteico de pez cinta encontró $13.88 \pm 0.80\%$ de humedad, $81.61 \pm 0.84\%$ de proteína, $0.97 \pm 0.14\%$ de grasa y $3.54 \pm 0.21\%$ de ceniza (Akhade et al., 2016). Shaviklo et al. (2012) caracterizaron el aislado proteico de carbonero, el cual contenía 1.41% de humedad, 94.04% de proteína, 0.62% de grasa y 2.71% de ceniza. Zhong et al. (2015) realizaron la caracterización del aislado proteico de carpa plateada, obteniendo $76.5 \pm 2.5\%$ de proteína, $7.1 \pm 0.5\%$ de grasa y $3.3 \pm 0.2\%$ de ceniza. Estas diferencias pueden deberse a la especie, el método de procesamiento

4.1.4. Aceite de girasol

Los resultados de los análisis efectuados al aceite de girasol se presentan en la tabla 11.

Tabla N° 11

Composición fisicoquímica del aceite de girasol (100g)

Composición	Cantidad (g)
Energía (Kcal)	829 ± 4.54
Ácidos grasos saturados	12.3 ± 0.25
Ácidos grasos monoinsaturados	25.15 ± 0.84
Ácidos grasos polinsaturados	62.3 ± 1.24

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

Los resultados de la composición de ácidos grasos del aceite de girasol revelaron un contenido de 12.3% de ácidos grasos saturados, 25.15% de ácidos grasos monoinsaturados y 62.3% de ácidos grasos polinsaturados. Un estudio previo realizado por Nakonechna et al. (2024) llevó a cabo un análisis de la composición de ácidos grasos del girasol, en el cual determinaron $11.53 \pm 0.23\%$ de ácidos grasos saturados, $30.75 \pm 0.62\%$ de ácidos grasos monoinsaturados y $57.40 \pm 1.15\%$ de ácidos grasos polinsaturados. Estos resultados son similares a los presentados en la

tabla 11. Por otro lado, los datos encontrados por Ivanova et al. (2016) difieren de los recopilados en esta investigación, donde determinaron 24.47% de ácidos grasos saturados, 43.21% de ácidos grasos monoinsaturados y 31.60% de ácidos grasos polinsaturados.

4.2. Evaluación del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

4.2.1. Humedad

Los resultados del contenido de humedad de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 12.

Tabla N° 12

Resultados de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Humedad (%)
1	0	0	6,780
2	0	8	7,578
3	0	10	7,778
4	1	0	6,860
5	1	8	7,047
6	1	10	7,112
7	1.5	0	6,120
8	1.5	8	7,053
9	1.5	10	7,118
10	2	0	6,804
11	2	8	7,060
12	2	10	7,114

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 12 se presentan los resultados del contenido de humedad (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 6.120 y 7.778 %, destacando que la formulación con mayor contenido de humedad es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de humedad es el constituido por 1.5% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

La humedad presente en la harina de cascara de mango presento un promedio de 16.88 % (Jibaja et al., 2015). Sin embargo, Serna-Cock et al. (2015) reportaron un contenido de humedad menor, aproximadamente del 6%. Estos hallazgos sugieren que el nivel de humedad está influenciado por varios factores, incluyendo el grosor de la cáscara y las condiciones de secado, como el tiempo y la temperatura aplicados durante el proceso de procesamiento.

El contenido de humedad en el concentrado proteico de anchoveta se ha registrado en diferentes estudios. Por ejemplo, Sheron et al. (2017) reportaron un valor de $10,33 \pm 0,05$, mientras que Acero et al. (2021) determinaron un contenido de humedad del $7,01 \pm 0,04$. Estas variaciones en los niveles de humedad podrían deberse a diferencias en los métodos de procesamiento, la materia prima utilizada o las condiciones ambientales durante el almacenamiento.

Tabla N° 13

Análisis de varianza para el contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.583026	3	0.194342	3.66	0.0828
B: % HCM	0.951425	2	0.475712	8.95	0.0158
RESIDUOS	0.318834	6	0.053139		
TOTAL (CORREGIDO)	1.85328	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de humedad, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

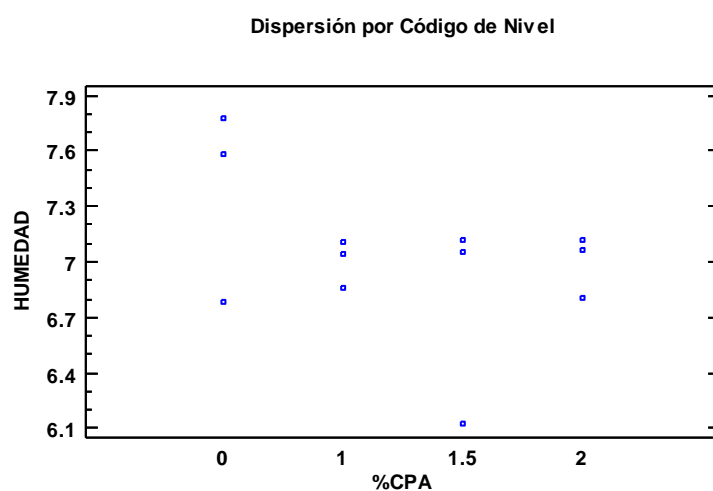
Los resultados presentados en la tabla 13 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la humedad, mientras que el CPA no lo tiene.

El valor presentado en este estudio es notablemente inferior en comparación con el reportado por Moreno & Páucar Menacho (2016), en su investigación sobre la elaboración de pan de molde con cáscara de mango, se observaron valores de humedad comprendidos entre 31.75% y 39.41%, lo cual es considerablemente más alto que los resultados obtenidos en este estudio. Por otro lado, Oprea et al. (2024)

reportaron un valor cercano al obtenido en este estudio, con un rango de humedad entre el 12.20% y el 12.40%. Esta diferencia podría atribuirse a diversos factores, como las variaciones en las formulaciones, los métodos de procesamiento empleados y las condiciones ambientales durante la elaboración.

Figura N° 7

Gráfica de dispersión del contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de humedad para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan un mayor contenido de humedad. Además, se observa una tendencia de disminución en el contenido de humedad a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de humedad en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

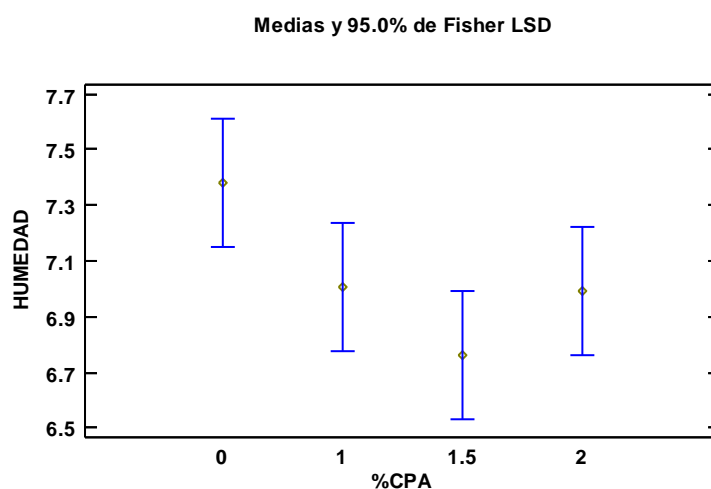
Tabla N° 14

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.372333	0.460554
0 - 1.5	*	0.615	0.460554
0 - 2		0.386	0.460554
1 - 1.5		0.242667	0.460554
1 - 2		0.0136667	0.460554
1.5 - 2		-0.229	0.460554

Figura N° 8

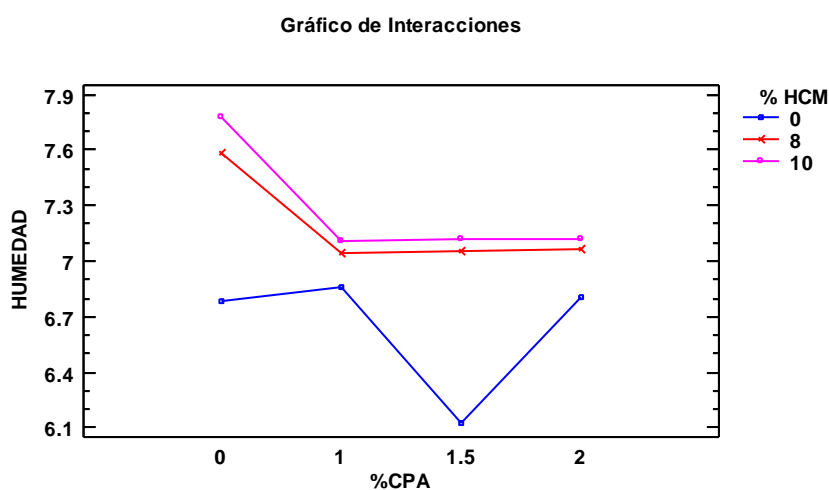
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 14 y la Figura 8 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de humedad (%), se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 1.5 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el contenido de humedad y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor contenido de humedad (%) fue aquella con 0% CPA, y la que presentó con menor humedad fue con 1.5% CPA.

Figura N° 9

Grafica de interacciones para el contenido humedad (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 9, se evidencia una interacción notable entre el contenido de humedad y los porcentajes de concentrado proteico de anchoveta (CPA), mientras que no se observa una diferencia notable en

el caso de la harina de cáscara de mango (HCM) en el contenido de la humedad del pan de molde.

4.2.2. Proteína

Los resultados del contenido de proteína de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 15.

Tabla N° 15

Resultados de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Proteína (%)
1	0	0	11,620
2	0	8	12,016
3	0	10	12,116
4	1	0	12,303
5	1	8	11,771
6	1	10	11,636
7	1.5	0	12,645
8	1.5	8	12,112
9	1.5	10	11,979
10	2	0	12,980
11	2	8	12,454
12	2	10	12,321

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 15 se presentan los resultados del contenido de proteína (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 11.620 y 12.980 %, destacando que la formulación con mayor contenido de proteína es el constituido por 2% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento

con menor contenido de proteína es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

La ingesta adecuada de proteínas es esencial para mantener una dieta saludable. Estas proteínas están compuestas por aminoácidos, los cuales actúan como bloques de construcción químicos. El organismo utiliza los aminoácidos para la reparación y el desarrollo de tejidos musculares y óseos, así como para la producción de hormonas y enzimas. Además, pueden servir como fuente de energía (Estévez et al., 2020). Mantener un adecuado consumo proteico es fundamental para promover la salud y el funcionamiento óptimo del cuerpo (Deutz et al., 2015). Se recomienda una ingesta diaria de aproximadamente 0,8 gramos por kilogramo de peso corporal para evitar deficiencias en adultos sedentarios (Phillips et al., 2020).

Según el estudio de Pérez-Chabela et al. (2021), determinó que la cáscara de mango contiene aproximadamente un $9.0 \pm 1.23\%$ de proteínas, en contraste con el hallazgo de Baddi et al. (2015), quienes reportaron que el contenido proteico en la harina de cáscara de mango es del 3.8%. Respecto al concentrado proteico de anchoveta, Pariona-Velarde et al. (2020) observaron un contenido de proteína de $76.4 \pm 0.3\%$, mientras que Canti et al. (2024) registraron un contenido proteico de $87.23 \pm 0.54\%$ en el concentrado proteico de anchoa. Es importante considerar que la concentración de proteína puede variar según la especie y la procedencia del pescado.

Tabla N° 16

Análisis de varianza para el contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	446.273	3	148.758	96.19	0.0000
B: % HCM	4.30953	2	2.15476	1.39	0.3184
RESIDUOS	9.27918	6	1.54653		
TOTAL (CORREGIDO)	459.862	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de proteína, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

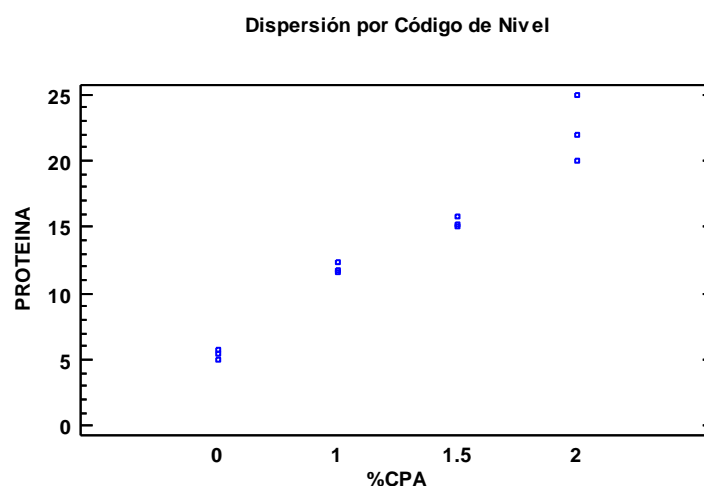
Los resultados presentados en la tabla 16 revelan que solo el concentrado proteico de anchoveta (CPA) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al harina de cascara de mango (HCM). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de concentrado proteico de anchoveta tienen un impacto significativo en la proteína, mientras que el HVM no lo tiene.

En su investigación sobre el impacto de la cáscara de mango en pan de molde, Samea (2014) determinó que el contenido proteico variaba entre 15.21% y 15.25%, cuando se sustituía un 5% y un 10% de la harina, respectivamente, lo cual similar a los resultados obtenidos en este estudio. Por otro lado, al investigar el efecto del concentrado proteico de pescado en el pan de molde, Cercel et al. (2016) observaron

una variación notable en el contenido de proteína, que fluctuaba entre el 5.55% y el 10.45%. Este estudio resalta la importancia de comprender cómo los ingredientes adicionales pueden modificar las propiedades nutricionales y sensoriales del pan de molde.

Figura N° 10

Gráfica de dispersión del contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de proteína para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan un menor contenido de proteína. Además, se observa una tendencia de aumentar en el contenido de proteína a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de proteína en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia

Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

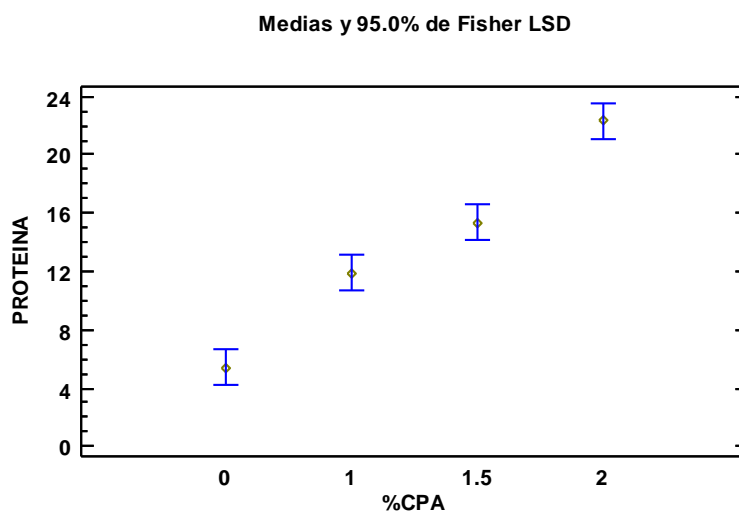
Tabla N° 17

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	-6.47	2.48458
0 - 1.5	*	-9.9	2.48458
0 - 2	*	-16.9	2.48458
1 - 1.5	*	-3.43	2.48458
1 - 2	*	-10.43	2.48458
1.5 - 2	*	-7.0	2.48458

Figura N° 11

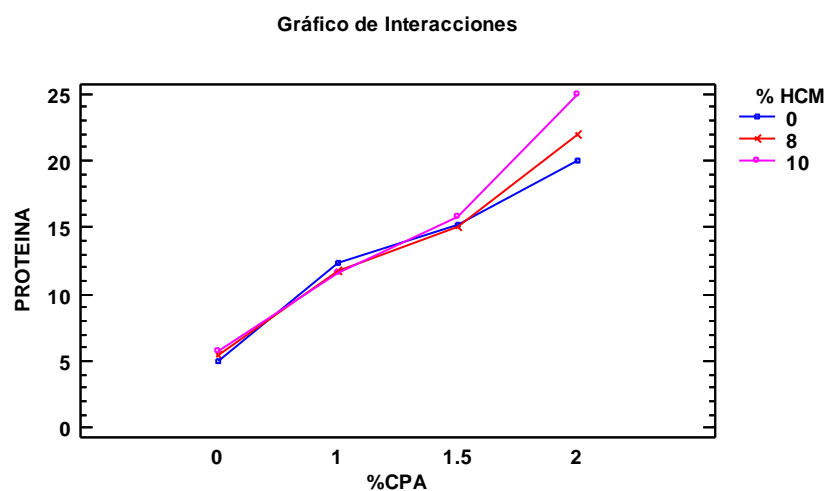
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 17 y la Figura 11 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de proteína (%), se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 1.5 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el contenido de proteína y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor contenido de proteína (%) fue aquella con 2% CPA, y la que presentó con menor proteína fue con 0% CPA.

Figura N° 12

Grafica de interacciones para el contenido proteína (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 12, se evidencia una interacción notable entre el contenido de proteína y los porcentajes de concentrado proteico de anchoveta (CPA), mientras que no se observa una diferencia notable en

el caso de la harina de cáscara de mango (HCM) en el contenido de la proteína del pan de molde.

4.2.3. Grasa saturada

Los resultados del contenido de grasa de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 18.

Tabla N° 18

Resultados de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Grasa (%)
1	0	0	0,815
2	0	8	1,008
3	0	10	1,056
4	1	0	0,813
5	1	8	1,013
6	1	10	1,063
7	1.5	0	0,712
8	1.5	8	1,005
9	1.5	10	1,053
10	2	0	0,811
11	2	8	1,004
12	2	10	1,052

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 18 se presentan los resultados del contenido de grasa (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 0.712 y 1.063 %, destacando que la formulación con mayor contenido de grasa es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor

contenido de grasa es el constituido por 1.5% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

Las grasas desempeñan un papel fundamental al proporcionar la energía necesaria en forma de calorías. Además, son importantes para la absorción de vitaminas liposolubles clave, como las vitaminas A, D y E. Asimismo, las grasas realzan el sabor de los alimentos y contribuyen a una sensación de saciedad (Shaheen et al., 2023). Se recomienda que la dieta no sea ni alta ni baja en grasas para la mayoría de las personas, con una ingesta óptima que oscila entre el 20% y el 35% de las calorías totales (Schwingshackl et al., 2021).

Según Al-Dalalia et al. (2018), se encontró un contenido de grasa del 6.5 ± 0.69 en la cáscara de mango. En contraste, Sanchez-Camargo et al. (2019) observaron un valor significativamente menor de 1.6 ± 0.0 de grasa en la misma parte del mango. Estas diferencias destacan la variabilidad en la composición nutricional de la cáscara de mango, posiblemente atribuible a factores como la variedad de mango. Por otro lado, el concentrado proteico de anchoveta contiene 2.26 ± 0.23 de grasa (Canti et al., 2022).

Tabla N° 19

Análisis de varianza para el contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.00301492	3	0.00100497	1.26	0.3676
B: % HCM	0.163467	2	0.0817336	102.88	0.0000
RESIDUOS	0.00476683	6	0.000794472		
TOTAL (CORREGIDO)	0.171249	11			

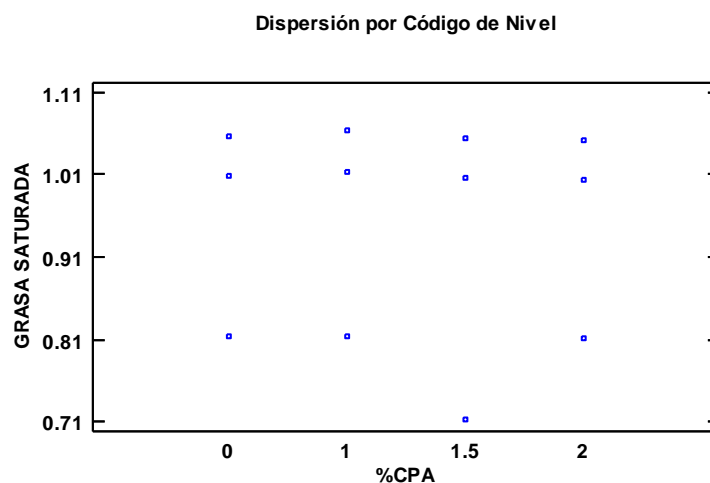
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de grasa, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 19 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la grasa, mientras que el CPA no lo tiene.

El-Kholie et al. (2021), en su investigación sobre la utilización de cáscara de mango en la elaboración de pasteles, encontraron que el contenido de grasa con un 10% de sustitución fue de 12.90 ± 0.03 , siendo superior al del control, que fue de 12.00 ± 0.04 . Por otro lado, según Reis et al. (2018), en su estudio sobre pan con un 15% de harina de cáscara de maracuyá, el contenido de grasa fue de 2.05 ± 0.03 , menor que el del control, que fue de 3.08 ± 0.11 . Cercel et al. (2016) observaron que al estudiar el efecto del concentrado proteico de pescado en el pan de molde, el contenido de grasa fue del 0.35%. Además, Zebib et al. (2020), en su investigación donde evaluaron la incorporación del 5% al 20% de harina de pescado, encontraron que el contenido de grasa varió de 2.02 ± 0.09 a 2.99 ± 0.13 , siendo este valor superior al del control, que fue de 1.59 ± 0.20 , sin embargo en ambos casos los valores son superior al contenido de grasas del pan de molde de este trabajo

Figura N° 13

Gráfica de dispersión del contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de grasa para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar su contenido de grasa significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de grasa en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

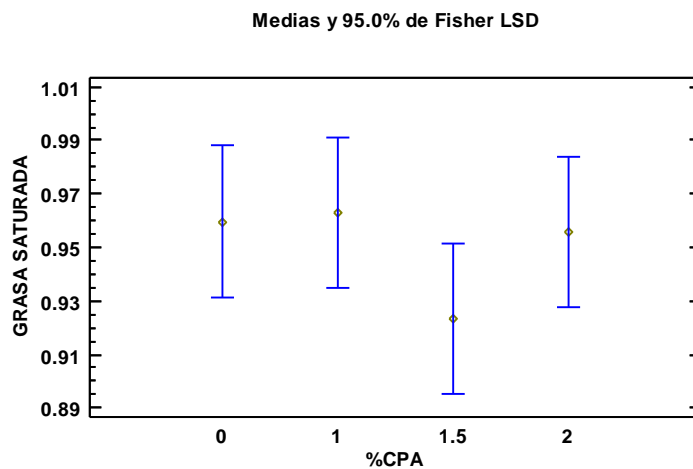
Tabla N° 20

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.00333333	0.0563136
0 - 1.5		0.0363333	0.0563136
0 - 2		0.004	0.0563136
1 - 1.5		0.0396667	0.0563136
1 - 2		0.00733333	0.0563136
1.5 - 2		-0.0323333	0.0563136

Figura N° 14

Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

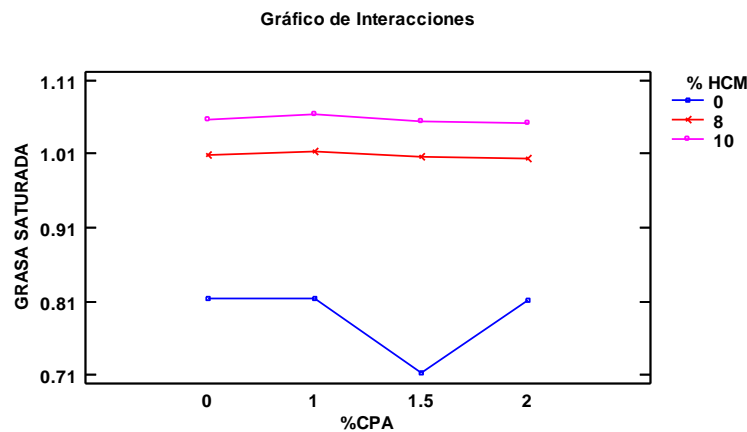


En la Tabla 20 y la Figura 14 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de grasa (%) no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre el contenido de grasa y la presencia de CPA en la mezcla. La

formulación que exhibió la media con mayor contenido de grasa (%) fue aquella con 1% CPA, y la que presento con menor grasa fue con 1.5% CPA.

Figura N° 15

Grafica de interacciones para el contenido grasa (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 15, se evidencia una interacción notable entre el contenido de grasa y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM), mientras que no se observa una diferencia notable en el caso de concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de grasa del pan de molde.

4.2.4. Ácidos grasos poliinsaturados

Los resultados del contenido de Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 21.

Tabla N° 21

Resultados de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	AGPI (%)
1	0	0	3,750
2	0	8	3,949
3	0	10	3,997
4	1	0	3,746
5	1	8	3,943
6	1	10	3,999
7	1.5	0	3,746
8	1.5	8	3,944
9	1.5	10	3,993
10	2	0	3,732
11	2	8	3,945
12	2	10	3,994

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 21 se presentan los resultados del contenido de AGPI (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 3.732 y 3.999 %, destacando que la formulación con mayor contenido de AGPI es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de AGPI es el constituido por 2% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

Los ácidos grasos insaturados son un tipo de grasa presente en muchos alimentos. Se caracterizan por tener enlaces dobles en su estructura química, lo que significa que no están saturados con hidrógeno al máximo (Gunstone, 2012). Algunas fuentes comunes de ácidos grasos insaturados incluyen aceites vegetales como el aceite de

oliva, el aceite de canola y el aceite de girasol, así como nueces, semillas y pescados grasos como el salmón y el atún (Meyer et al., 2003). Consumir una cantidad adecuada de ácidos grasos insaturados como parte de una dieta equilibrada puede tener beneficios para la salud, como ayudar a reducir el colesterol LDL (colesterol "malo") y mejorar la salud cardiovascular en general (Kuna & Achinna, 2013).

Tabla N° 22

Análisis de varianza para el contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: % CPA	0.000117583	3	0.0000391944	1.94	0.2244
B: % HCM	0.142612	2	0.0713061	3530.98	0.0000
RESIDUOS	0.000121167	6	0.0000201944		
TOTAL (CORREGIDO)	0.142851	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de AGPI, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

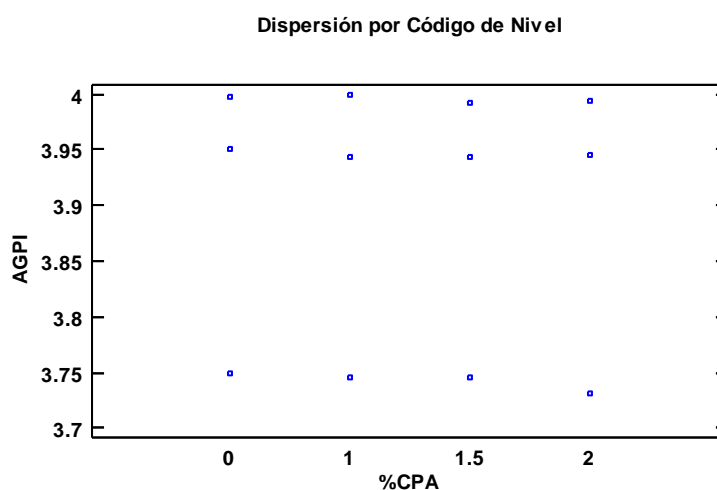
Los resultados presentados en la tabla 22 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la AGPI, mientras que el CPA no lo tiene.

Según Espinoza & Ludeña (2018), se produjeron variedades de pan de molde utilizando harina de chía tanto desgrasada como no desgrasada. Durante el análisis del contenido de ácidos grasos insaturados, se observaron porcentajes del 42.95 % en el pan de molde estándar, 56.273 % en el pan de molde con chía sin desgrasar, y 53.270 % en el pan de molde con chía desgrasada.

Por otro lado, Carocho et al. (2020) llevaron a cabo una evaluación de la composición de diferentes tipos de pan, centrándose en la determinación de los ácidos grasos monoinsaturados. Se encontró que el pan integral (7.54 ± 0.08) y el pan de centeno (3.2 ± 0.3) tenían las cantidades más bajas en este tipo de ácidos grasos. En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, las variedades de pan que mostraron los niveles más bajos fueron el pan centeno oscuro (55 ± 3) y el pan de avena (56 ± 5).

Figura N° 16

Gráfica de dispersión del contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de AGPI para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido

de concentrado proteico de anchoveta presentan un mayor contenido de AGPI. Además, se observa una tendencia de disminución en el contenido de AGPI a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de AGPI en el pan de molde.

En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de AGPI para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar su contenido de AGPI significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de AGPI en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

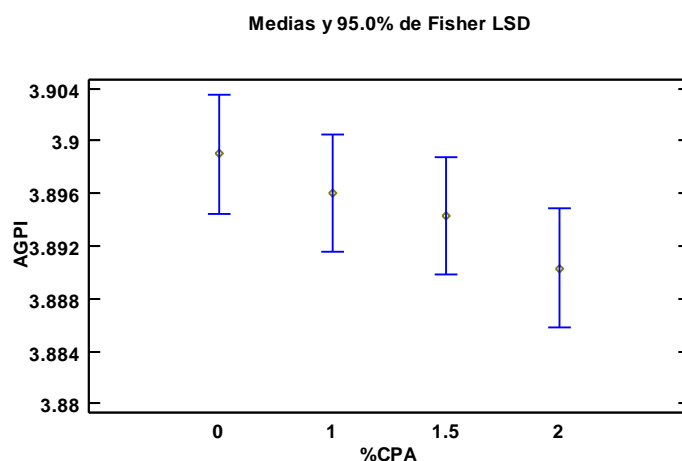
Tabla N° 23

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.003	0.00897821
0 - 1.5		0.00466667	0.00897821
0 - 2		0.00866667	0.00897821
1 - 1.5		0.00166667	0.00897821
1 - 2		0.00566667	0.00897821
1.5 - 2		0.004	0.00897821

Figura N° 17

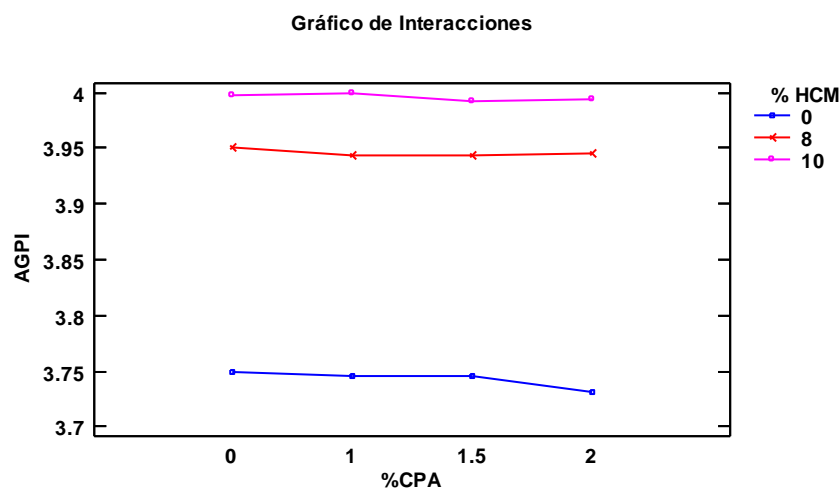
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 23 y la Figura 17 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de AGPI (%), se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 1.5 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el contenido de AGPI y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor contenido de AGPI (%) fue aquella con 0% CPA, y la que presentó con menor AGPI fue con 2% CPA.

Figura N° 18

Grafica de interacciones para el contenido AGPI (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 18, se evidencia una interacción notable entre el contenido de AGPI y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM), mientras que no se observa una diferencia notable en el caso de concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de AGPI del pan de molde.

4.2.5. Ceniza

Los resultados del contenido de ceniza de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 24.

Tabla N° 24

Resultados de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Ceniza (%)
1	0	0	2,050
2	0	8	2,250
3	0	10	3,140
4	1	0	2,200
5	1	8	2,400
6	1	10	2,456
7	1.5	0	2,275
8	1.5	8	2,480
9	1.5	10	2,531
10	2	0	2,350
11	2	8	2,554
12	2	10	2,606

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 24 se presentan los resultados del contenido de ceniza (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 2.050 y 3.140 %, destacando que la formulación con mayor contenido de ceniza es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de ceniza es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

Un alimento con un alto contenido de ceniza indica que contiene una cantidad relativamente elevada de minerales inorgánicos, lo cual puede ser beneficioso debido a la importancia de los minerales para diversas funciones en el cuerpo humano (Gharibzahedi et al., 2017). Durante este proceso, se elimina toda la materia orgánica,

dejando únicamente los minerales inorgánicos como calcio, magnesio, potasio y hierro, los cuales son esenciales para diversas funciones en el cuerpo humano (Nieder et al., 2018).

Tabla N° 25

Análisis de varianza para el contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.0404387	3	0.0134796	0.23	0.8712
B: % HCM	0.433921	2	0.21696	3.73	0.0886
RESIDUOS	0.349043	6	0.0581738		
TOTAL (CORREGIDO)	0.823402	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de ceniza, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 25 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en el contenido de ceniza.

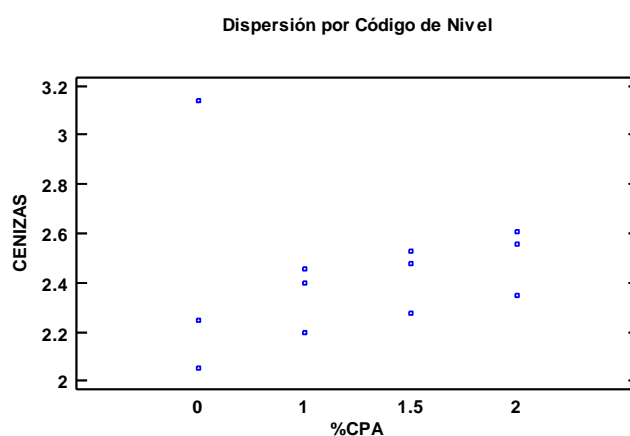
Según Chen et al. (2019), el contenido de ceniza en polvo de cáscara de mango es de 0.9 ± 0.1 . Sin embargo, Al-Dalalia et al. (2018) encontraron un valor superior de 5.1 ± 0.14 de ceniza en su estudio. Por otro lado, según Diaz et al. (2019), al evaluar el

contenido de ceniza en el concentrado proteico de jurel, este varía entre 2.45% y 2.78%.

Samea (2014) descubrió que al reemplazar un 5% y un 10% de harina de trigo por cáscara de mango en la elaboración del pan de molde, el contenido de ceniza fue del 2.41% y 3.15%, respectivamente. Por otro lado, en cuanto al concentrado proteico de anchoveta, se encontró un contenido de ceniza de 2.18 ± 0.19 , lo cual es similar a los resultados obtenidos en este estudio. (Canti et al., 2022). Finalmente, Cercel et al. (2016) observaron que al investigar el impacto del concentrado proteico de pescado en el pan de molde, el contenido de ceniza fue del 0.60%.

Figura N° 19

Gráfica de dispersión del contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de ceniza para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan un menor contenido de ceniza. Además, se observa una tendencia de aumentar en el contenido de ceniza a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la

formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de ceniza en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

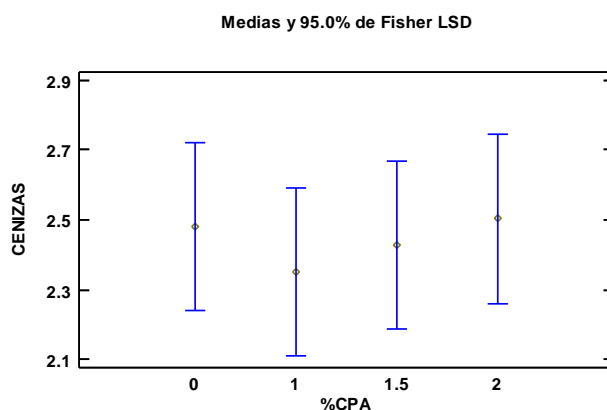
Tabla N° 26

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.128	0.481879
0 - 1.5		0.0513333	0.481879
0 - 2		-0.0233333	0.481879
1 - 1.5		-0.0766667	0.481879
1 - 2		-0.151333	0.481879
1.5 - 2		-0.0746667	0.481879

Figura N° 20

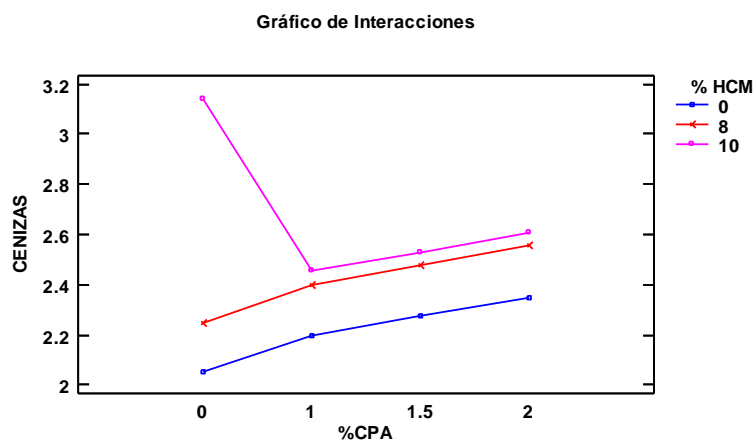
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 26 y la Figura 20 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de ceniza (%), se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 1.5 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el contenido de ceniza y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor contenido de ceniza (%) fue aquella con 2% CPA, y la que presentó con menor ceniza fue con 0% CPA.

Figura N° 21

Grafica de interacciones para el contenido ceniza (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 21, se evidencia una interacción notable entre el contenido de ceniza y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM), mientras que no se observa una diferencia notable en el caso de concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de ceniza del pan de molde.

4.2.6. Fibra dietética total

Los resultados del contenido de fibra dietética total de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 27.

Tabla N° 27

Resultados de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Fibra dietética total (%)
1	0	0	2,23
2	0	8	6,75
3	0	10	7,43
4	1	0	3,98
5	1	8	6,71
6	1	10	7,39
7	1.5	0	3,56
8	1.5	8	6,69
9	1.5	10	7,37
10	2	0	3,94
11	2	8	6,67
12	2	10	7,35

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 27 se presentan los resultados del contenido de fibra dietética total (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 2.23 y 7.43 %, destacando que la formulación con mayor contenido de fibra dietética total es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de fibra dietética total es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

El papel crucial de la salud digestiva en nuestra vida diaria activa es innegable; mantener una evacuación intestinal adecuada, es decir, estar libre de problemas como estreñimiento, diarrea, síndrome del intestino irritable y enfermedad inflamatoria intestinal, es fundamental (Snauwaert et al., 2023). La falta de fibra en la dieta ha

sido vinculada con varios trastornos en los niños, incluyendo estreñimiento, síndrome del intestino irritable, alergias y problemas relacionados con el sistema inmunológico (Hojsak et al., 2022). Los estudios indican que una ingesta regular de 5 a 10 g/día de fibra guar puede ser efectiva en el tratamiento de la mayoría de los trastornos asociados con la salud digestiva (Rao & Quartarone, 2019).

Tabla N° 28

Análisis de varianza para el contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.583092	3	0.194364	0.81	0.5339
B: % HCM	35.8216	2	17.9108	74.45	0.0001
RESIDUOS	1.44338	6	0.240564		
TOTAL (CORREGIDO)	37.8481	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de fibra dietética total, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 28 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la

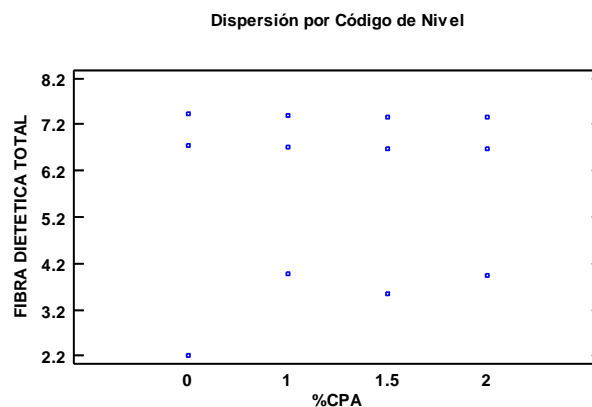
proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la fibra dietética total, mientras que el CPA no lo tiene.

Para Al-Dalalia et al. (2018), el contenido de fibra dietética total presente en la cáscara de mango es del 29.22 (± 0.1), en comparación con Ibrahim et al. (2018), donde se encontró un contenido de fibra total menor, del 11.40%. Estos estudios adicionales ofrecen una perspectiva más amplia sobre la influencia de diferentes variedades y procesamiento.

Ajila et al. (2008), en su estudio sobre galletas con cáscara de mango en polvo con sustitución del 5% al 20%, observaron que el contenido de fibra total variaba entre 11.0 ± 0.2 y 20.7 ± 0.8 , siendo superior al del tratamiento control, que fue de 6.5 ± 0.2 . Por otro lado, Ning et al. (2022), en su investigación sobre la sustitución del 3% al 9% de harina de cáscara de maracuyá en pastas, encontraron que el contenido de fibra total variaba entre 3.61 ± 0.13 y 6.03 ± 0.21 , siendo mayor al valor del tratamiento control, que fue de 2.22 ± 0.16 .

Figura N° 22

Gráfica de dispersión del contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de fibra dietética total para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar su contenido de fibra dietética total significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de fibra dietética total en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

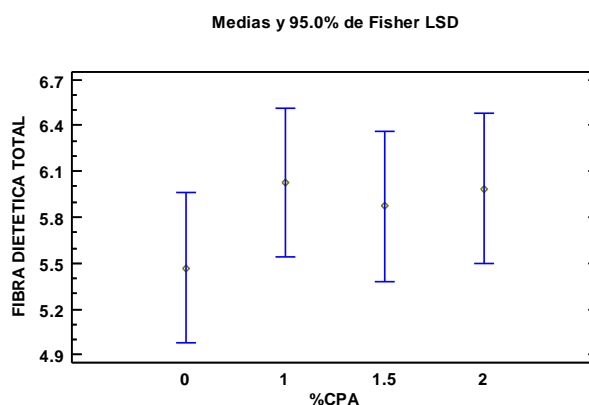
Tabla N° 29

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.556667	0.979916
0 - 1.5		-0.403333	0.979916
0 - 2		-0.516667	0.979916
1 - 1.5		0.153333	0.979916
1 - 2		0.04	0.979916
1.5 - 2		-0.113333	0.979916

Figura N° 23

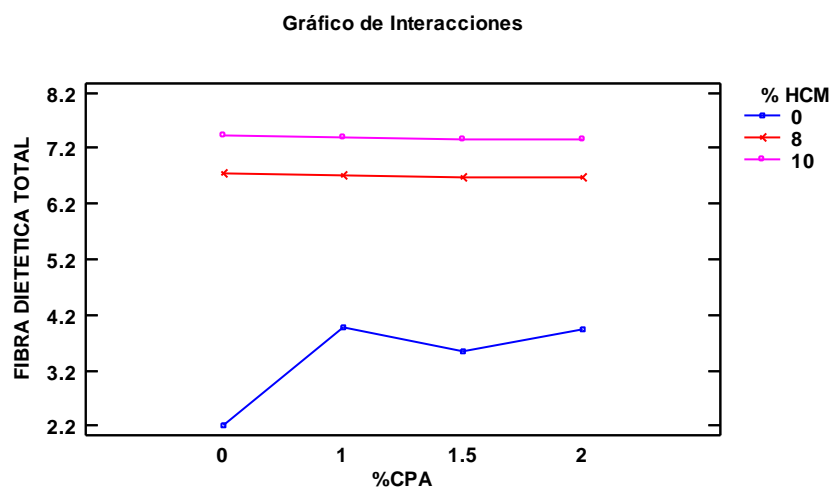
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 29 y la Figura 23 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de fibra dietética (%) no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre el contenido de fibra dietética y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor contenido de fibra dietética (%) fue aquella con 1% CPA, y la que presentó con menor fibra dietética fue con 0% CPA.

Figura N° 24

Grafica de interacciones para el contenido fibra dietética total (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 24, no se evidencia una interacción notable entre el contenido de fibra dietética total y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de fibra dietética total del pan de molde.

4.2.7. Fibra insoluble

Los resultados del contenido de fibra insoluble de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 30.

Tabla N° 30

Resultados de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Fibra insoluble (%)
1	0	0	1,96
2	0	8	4,21
3	0	10	4,55
4	1	0	2,79
5	1	8	4,18
6	1	10	4,52
7	1.5	0	2,50
8	1.5	8	4,16
9	1.5	10	4,51
10	2	0	2,76
11	2	8	4,15
12	2	10	4,50

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 30 se presentan los resultados del contenido de fibra insoluble (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 1.96 y 4.55 %, destacando que la formulación con mayor contenido de fibra insoluble es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de fibra insoluble es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

La fibra insoluble constituye otro tipo de fibra dietética que no se disuelve en agua y permanece intacta a lo largo del tracto digestivo (Harvey, 2011). A diferencia de la fibra soluble, la fibra insoluble acelera el tiempo de tránsito y aumenta el volumen fecal, contribuyendo así a aliviar el estreñimiento. Este tipo de fibra se encuentra en

cereales integrales, trigo, salvado, nueces, semillas, así como en ciertas frutas y verduras (Soliman, 2017). Entre las fibras insolubles se incluyen la celulosa, la hemicelulosa, el quitosano, la lignina, entre otros (Mudgil, 2017).

Tabla N° 31

Análisis de varianza para el contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.119825	3	0.0399417	0.73	0.5692
B: % HCM	9.31545	2	4.65772	85.48	0.0000
RESIDUOS	0.32695	6	0.0544917		
TOTAL (CORREGIDO)	9.76222	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de fibra insoluble, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

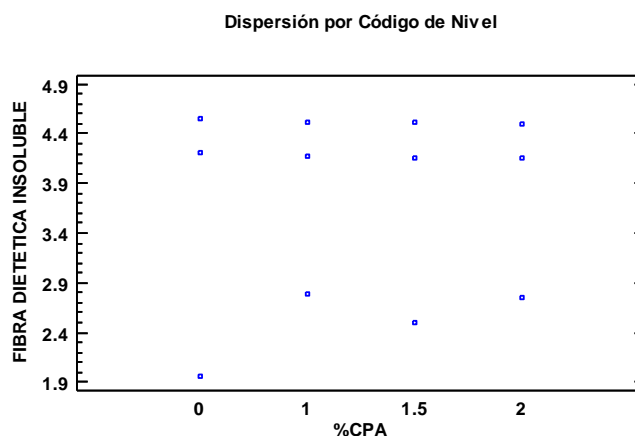
Los resultados presentados en la tabla 31 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la fibra insoluble, mientras que el CPA no lo tiene.

Al-Dalalia et al. (2018) identificaron un contenido de fibra insoluble en la cáscara de mango de $13.59 (\pm 0.1)$, mientras que en el estudio de Sanchez-Camargo et al. (2019) se estableció un valor más elevado de 23.5 ± 0.1 para este tipo de fibra.

En la investigación de Ajila et al. (2008) sobre galletas que incorporaban polvo de cáscara de mango como sustituto en un rango del 5 al 20%, se evidenció que el contenido de fibra insoluble varió entre 7.40 ± 0.1 y 12.50 ± 0.2 , superando al grupo de control que mostraba un valor de 3.67 ± 0.3 . Esto sugiere que la inclusión de cáscara de mango en las galletas incrementó significativamente el contenido de fibra insoluble en comparación con el tratamiento estándar.

Figura N° 25

Gráfica de dispersión del contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de fibra insoluble para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar su contenido de fibra insoluble significativamente. Esto sugiere que no

existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de fibra insoluble en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

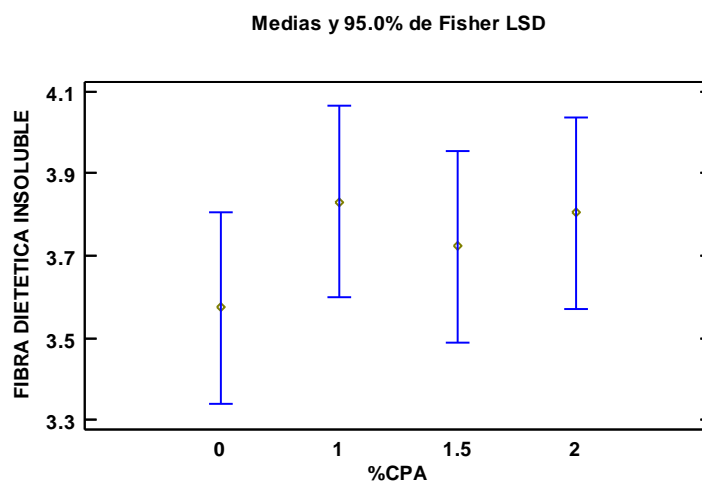
Tabla N° 32

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.256667	0.466379
0 - 1.5		-0.15	0.466379
0 - 2		-0.23	0.466379
1 - 1.5		0.106667	0.466379
1 - 2		0.0266667	0.466379
1.5 - 2		-0.08	0.466379

Figura N° 26

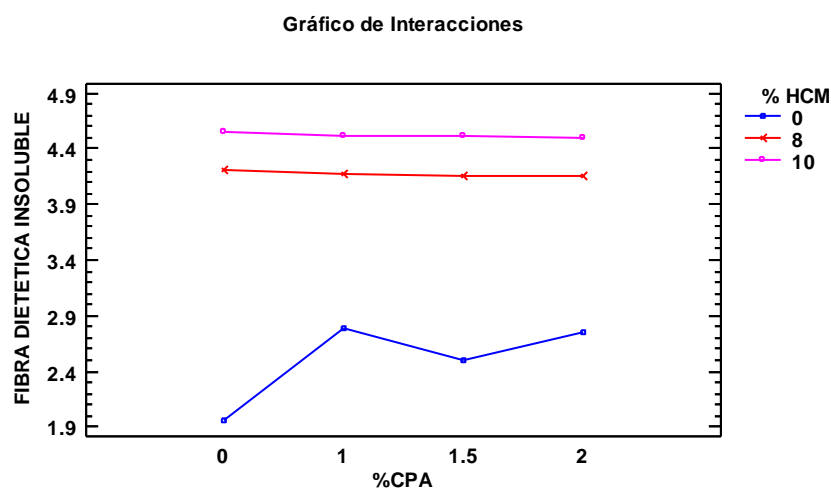
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 32 y la Figura 26 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de fibra insoluble (%), no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre el contenido de fibra insoluble y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor contenido de fibra insoluble (%) fue aquella con 1% CPA, y la que presentó con menor fibra insoluble fue con 0% CPA.

Figura N° 27

Grafica de interacciones para el contenido fibra insoluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 27, no se evidencia una interacción notable entre el contenido de fibra insoluble y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de fibra insoluble del pan de molde.

4.2.8. Fibra soluble

Los resultados del contenido de fibra soluble de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 33.

Tabla N° 33

Resultados de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Fibra soluble (%)
1	0	0	0,27
2	0	8	2,54
3	0	10	2,88
4	1	0	1,19
5	1	8	2,53
6	1	10	2,87
7	1.5	0	1,06
8	1.5	8	2,53
9	1.5	10	2,86
10	2	0	1,18
11	2	8	2,52
12	2	10	2,86

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 33 se presentan los resultados del contenido de fibra soluble (%) para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 0.27 y 2.88 %, destacando que la formulación con mayor contenido de fibra soluble es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor contenido de fibra soluble es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

La fibra soluble tiene la capacidad de disolverse en agua, formando geles viscosos que evitan la digestión en el intestino delgado y son fácilmente fermentados por la microflora del intestino grueso. Están compuestas por pectinas, gomas, fructanos tipo inulina y algunas hemicelulosas (Ötles & Ozgoz, 2014). Entre las fibras dietéticas

solubles se incluyen el β -glucano, el galactomanano, la pectina, el psyllium, la inulina y el almidón resistente (Mudgil, 2017).

Tabla N° 34

Análisis de varianza para el contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.181425	3	0.060475	0.90	0.4926
B: % HCM	8.61765	2	4.30883	64.38	0.0001
RESIDUOS	0.40155	6	0.066925		
TOTAL (CORREGIDO)	9.20062	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de fibra soluble, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

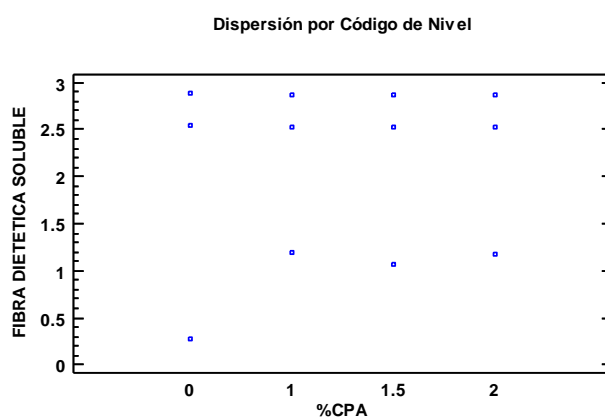
Los resultados presentados en la tabla 34 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la fibra soluble, mientras que el CPA no lo tiene.

Al-Dalalia et al. (2018) observaron que la cáscara de mango presenta un contenido de fibra soluble de 15.28 (± 0.11), mientras que en el estudio de Sanchez-Camargo et al. (2019) se reportó un valor ligeramente inferior de 12.01 ± 0.3 para este tipo de fibra.

Por otro lado, en la investigación de Ajila et al. (2008) sobre la incorporación de polvo de cáscara de mango en galletas con niveles de sustitución del 5 al 20%, se observó una variabilidad en el contenido de fibra soluble, que osciló entre 3.60 ± 0.2 y 8.20 ± 0.4 , superando al grupo de control que presentaba un valor de 2.80 ± 0.1 .

Figura N° 28

Gráfica de dispersión del contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el porcentaje de fibra soluble para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar su contenido de fibra soluble significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el contenido de fibra soluble en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

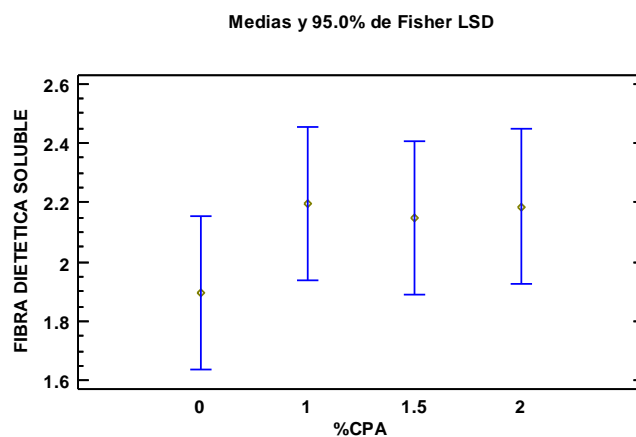
Tabla N° 35

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.3	0.516854
0 - 1.5		-0.253333	0.516854
0 - 2		-0.29	0.516854
1 - 1.5		0.0466667	0.516854
1 - 2		0.01	0.516854
1.5 - 2		-0.0366667	0.516854

Figura N° 29

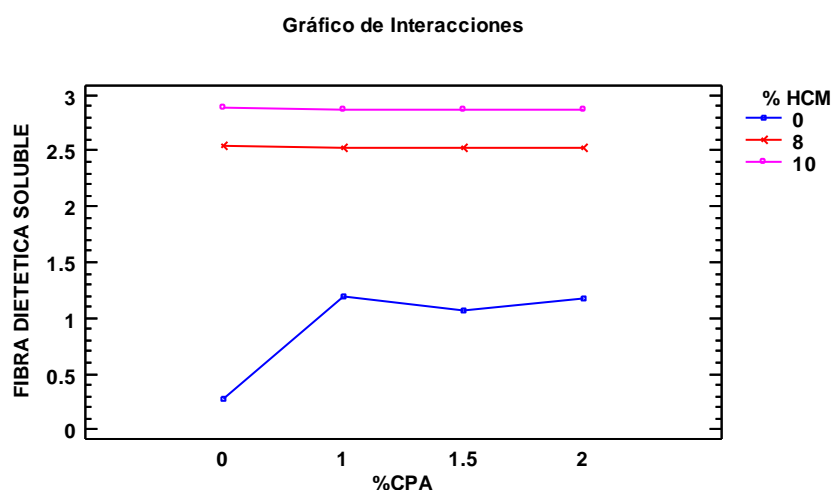
Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 35 y la Figura 29 se observa que al comparar las medias obtenidas por formulación en el contenido de fibra soluble (%), no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre el contenido de fibra soluble y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor contenido de fibra soluble (%) fue aquella con 1% CPA, y la que presentó con menor fibra soluble fue con 0% CPA.

Figura N° 30

Grafica de interacciones para el contenido fibra soluble (%) del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 30, no se evidencia una interacción notable entre el contenido de fibra soluble y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el contenido de fibra soluble del pan de molde.

4.2.9. Luminosidad

Los resultados de luminosidad de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 36.

Tabla N° 36

Resultados de luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Luminosidad
1	0	0	81,263
2	0	8	44,247
3	0	10	64,563
4	1	0	58,54
5	1	8	37,773
6	1	10	52,213
7	1.5	0	64,653
8	1.5	8	61,693
9	1.5	10	66,373
10	2	0	57,213
11	2	8	46,46
12	2	10	38,897

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 36 se presentan los resultados de luminosidad de cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 37.773 y 81.263%, destacando que la formulación con mayor luminosidad es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor luminosidad es el constituido por 1% de CPA y 8% de harina de cáscara de mango.

El valor L* de las muestras (luminosidad) disminuyó con el tiempo a medida que estas se volvieron más oscuras. El parámetro L* es crucial en los alimentos tratados térmicamente, ya que constituye el primer aspecto de calidad evaluado por los consumidores. Además, los valores de L* están principalmente asociados con reacciones de pardeamiento no enzimáticas, lo que significa que valores bajos de L* indican un color más oscuro y el desarrollo de pardeamiento (Dueik et al., 2010; Yuan et al., 2016).

Tabla N° 37

Análisis de varianza para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	707.759	3	235.92	3.12	0.1092
B: % HCM	641.462	2	320.731	4.25	0.0709
RESIDUOS	453.055	6	75.5091		
TOTAL (CORREGIDO)	1802.28	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

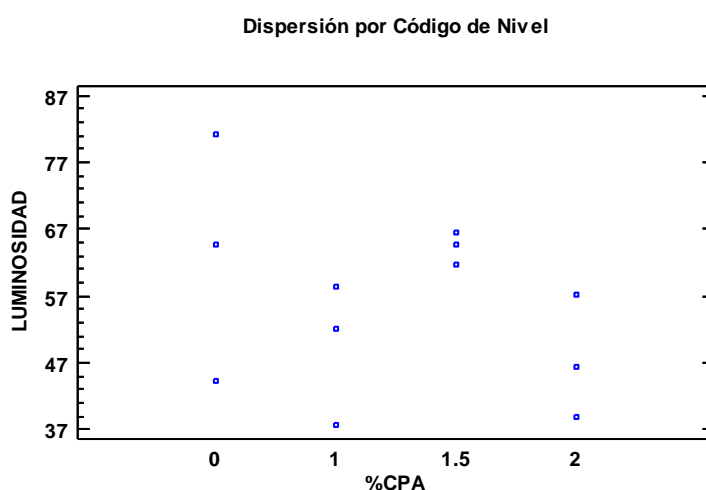
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente la luminosidad, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 37 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en la luminosidad.

Chen et al. (2019) observaron que el efecto de la sustitución de la cáscara de mango del 0 al 20% varió entre 33.84 ± 0.39 y 42.61 ± 0.02 , aumentando conforme aumentaba el porcentaje de sustitución. Moreno & Páucar Menacho (2016), en su investigación sobre pan de molde con cáscara de mango, encontraron que la luminosidad variaba entre 49.407 y 63.157, en comparación con el control que presentaba un valor de 56.773. En contraste, Díaz Flores (2018) elaboró pan de molde con cáscara de maracuyá, obteniendo valores de luminosidad entre 51.377 y 61.640.

Figura N° 31

Gráfica de dispersión de la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar que la luminosidad para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia aleatoria a la par que aumenta su proporción sin aumentar su luminosidad significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y la luminosidad en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

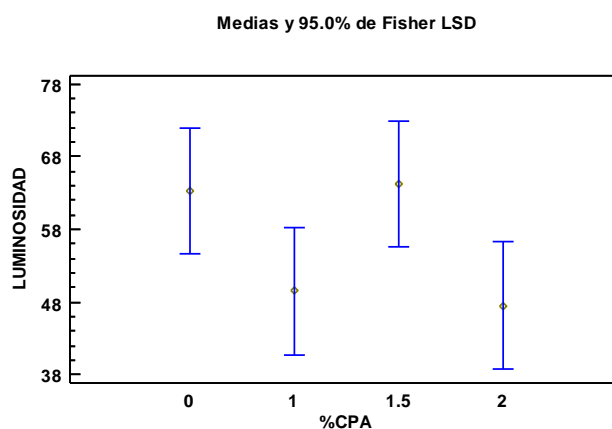
Tabla N° 38

Prueba de Múltiples Rangos LSD para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		13.849	17.361
0 - 1.5		-0.882	17.361
0 - 2		15.8343	17.361
1 - 1.5		-14.731	17.361
1 - 2		1.98533	17.361
1.5 - 2		16.7163	17.361

Figura N° 32

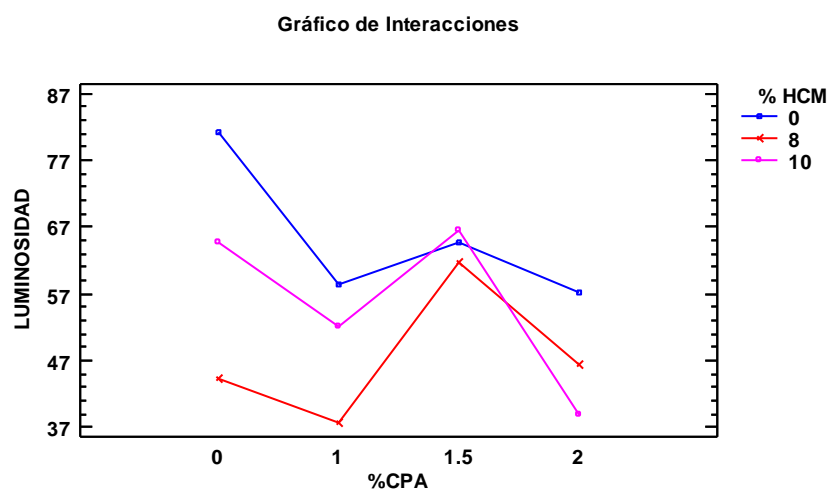
Medias y Prueba de Fisher LSD para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 38 y la Figura 32 se observa que al comparar las medias obtenidas de luminosidad por formulación no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre la luminosidad y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor luminosidad fue aquella con 1.5% CPA, y la que presentó menor luminosidad fue con 2% CPA.

Figura N° 33

Grafica de interacciones para la luminosidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 33, no se evidencia una interacción notable entre la luminosidad y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y concentrado proteico de anchoveta (CPA) en la luminosidad del pan de molde.

4.2.10. Cromaticidad

Los resultados de cromaticidad de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 39.

Tabla N° 39

Resultados de la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Cromaticidad
1	0	0	13,979
2	0	8	25,364
3	0	10	27,081
4	1	0	11,005
5	1	8	23,622
6	1	10	29,462
7	1.5	0	11,61
8	1.5	8	32,931
9	1.5	10	20,243
10	2	0	10,773
11	2	8	29,171
12	2	10	28,654

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 39 se presentan los resultados de cromaticidad de cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 10.773 y 32.931 %, destacando que la formulación con mayor cromaticidad es el constituido por 1.5% de CPA y 8% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor cromaticidad es el constituido por 2% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango.

El color de la corteza del pan es un indicador importante de su calidad, influenciado por reacciones de pardeamiento no enzimáticas, como la reacción de Maillard y la caramelización de los azúcares (Purlis, 2010). Estas reacciones se activan por la temperatura más alta y el menor contenido de agua en la corteza del pan durante su horneado (Zhou y Therdthai, 2007).

Tabla N° 40

Análisis de varianza para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	4.01907	3	1.33969	0.08	0.9711
B: % HCM	622.062	2	311.031	17.46	0.0032
RESIDUOS	106.861	6	17.8101		
TOTAL (CORREGIDO)	732.941	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05)

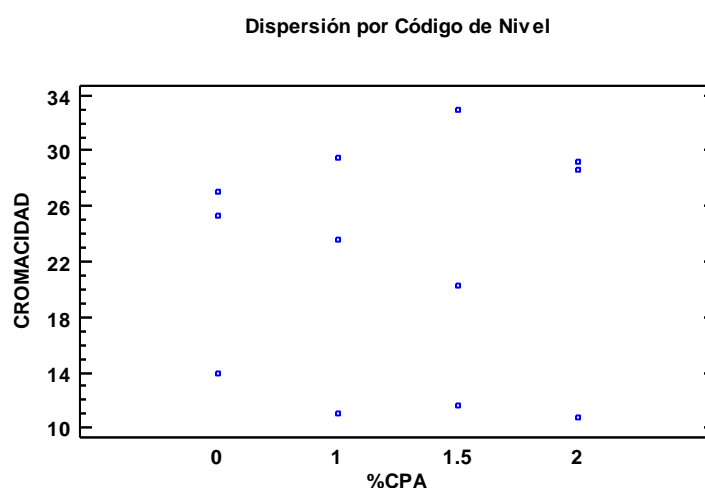
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente la cromaticidad, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 40 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en la cromaticidad, mientras que el CPA no lo tiene.

Moreno & Páucar Menacho (2016) encontraron que, en su investigación sobre pan de molde con cáscara de mango, la luminosidad variaba entre 33.791 y 40.829, en comparación con el control que tenía un valor de 41.393. En contraste, Díaz Flores (2018) obtuvo valores de luminosidad entre 27.393 y 41.423 al elaborar pan de molde con cáscara de maracuyá.

Figura N° 34

Gráfica de dispersión de la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar que la cromaticidad para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia aleatoria a la par que aumenta su proporción sin aumentar su cromaticidad significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y la cromaticidad en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia

Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

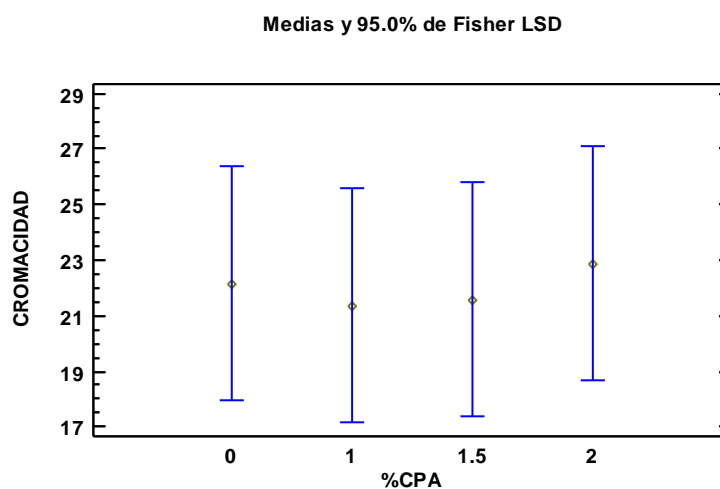
Tabla N° 41

Prueba de Múltiples Rangos LSD para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.778333	8.43154
0 - 1.5		0.546667	8.43154
0 - 2		-0.724667	8.43154
1 - 1.5		-0.231667	8.43154
1 - 2		-1.503	8.43154
1.5 - 2		-1.27133	8.43154

Figura N° 35

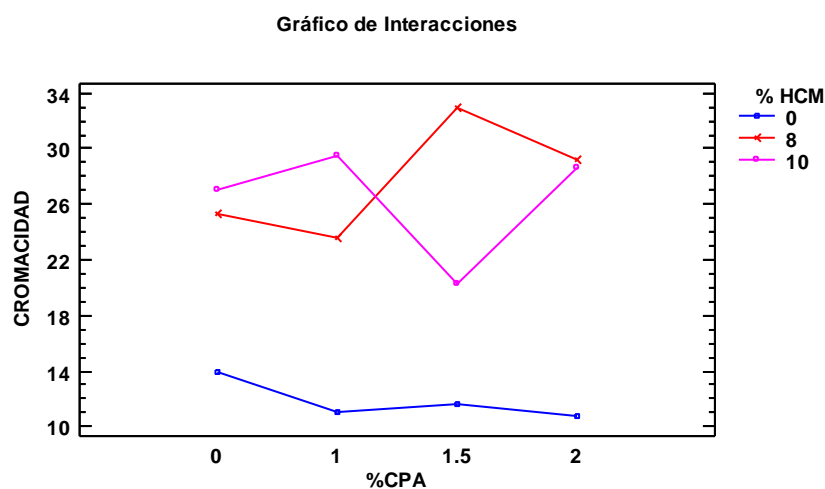
Medias y Prueba de Fisher LSD para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 41 y la Figura 35 se observa que al comparar las medias obtenidas de la cromaticidad por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 1.5 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre la cromaticidad y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor cromaticidad fue aquella con 2% CPA, y la que presentó con menor cromaticidad fue con 1% CPA.

Figura N° 36

Grafica de interacciones para la cromaticidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 36, se evidencia una interacción notable entre la cromaticidad y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM), mientras que no se observa una diferencia notable en el caso de concentrado proteico de anchoveta (CPA) en la cromaticidad del pan de molde.

4.2.11. Angulo de tonalidad

Los resultados del ángulo de tonalidad de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 42.

Tabla N° 42

Resultados del ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Angulo de tonalidad
1	0	0	79,253
2	0	8	62,869
3	0	10	70,26
4	1	0	76,852
5	1	8	62,838
6	1	10	68,509
7	1.5	0	78,322
8	1.5	8	70,541
9	1.5	10	88,575
10	2	0	76,673
11	2	8	62,337
12	2	10	71,967

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 42 se presentan los resultados de ángulo de tonalidad de cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 62.337 y 88.575 %, destacando que la formulación con mayor ángulo de tonalidad es el constituido por 1.5% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor ángulo de tonalidad es el constituido por 2% de CPA y 8% de harina de cáscara de mango.

En general, para todas las muestras, la superficie inferior del pan de molde se caracterizó por un índice de dorado más alto y un valor de ángulo de tono más bajo, indicando una coloración más intensa que la superficie superior. Las muestras horneadas en modo ventilado mostraron una superficie superior con un ángulo de tono más bajo y valores de índice de dorado más altos, lo que resultó en un color más rojizo y marrón que las muestras horneadas de manera convencional (Schouten et al., 2022).

Tabla N° 43

Análisis de varianza para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrad o Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	184.175	3	61.3915	2.95	0.1202
B: % HCM	379.618	2	189.809	9.12	0.0152
RESIDUOS	124.846	6	20.8077		
TOTAL (CORREGIDO)	688.639	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente el ángulo de tonalidad, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

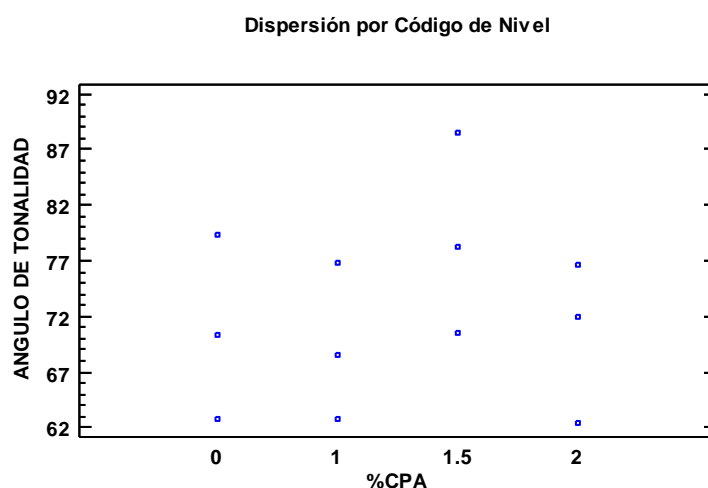
Los resultados presentados en la tabla 43 revelan que solo la harina de cascara de mango (HCM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Sin embargo, no se observaron efectos significativos en cuanto al concentrado proteico de anchoveta (CPA). Esto sugiere que las variaciones en la

proporción de harina de cáscara de mango tienen un impacto significativo en el ángulo de tonalidad, mientras que el CPA no lo tiene.

Moreno & Páucar Menacho (2016) encontraron que, en su investigación sobre pan de molde con cáscara de mango, la luminosidad variaba entre 71.471 y 85.129, en comparación con el control que presentaba un valor de 69.932. En contraste, Díaz Flores (2018) obtuvo valores de luminosidad entre 59.0373 y 73.6216 al elaborar pan de molde con cáscara de maracuyá.

Figura N° 37

Gráfica de dispersión del ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar que el ángulo de tonalidad para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia aleatoria a la par que aumenta su proporción sin aumentar su ángulo de tonalidad significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el ángulo de tonalidad en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

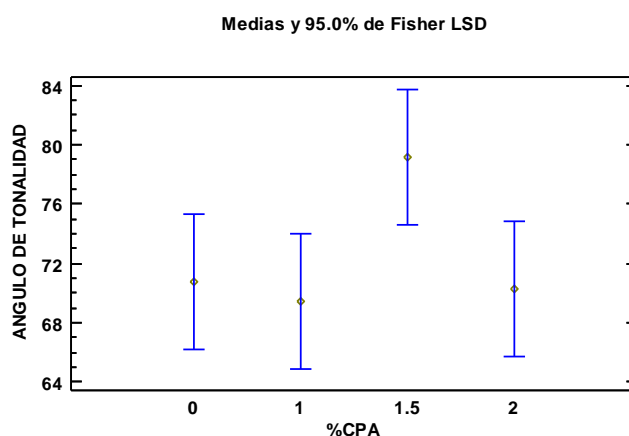
Tabla N° 44

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		1.39433	9.11351
0 - 1.5		-8.352	9.11351
0 - 2		0.468333	9.11351
1 - 1.5	*	-9.74633	9.11351
1 - 2		-0.926	9.11351
1.5 - 2		8.82033	9.11351

Figura N° 38

Medias y Prueba de Fisher LSD para el ángulo de tonalidad del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 44 y la Figura 38 se observa que al comparar las medias obtenidas del ángulo de tonalidad por formulación no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha estableciéndose una relación directa entre el ángulo de tonalidad y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor ángulo de tonalidad fue aquella con 1.5% CPA, y la que presento menor ángulo de tonalidad fue con 1% CPA.

4.2.12. Volumen específico

Los resultados de volumen específico de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 45.

Tabla N° 45

Resultados del volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Volumen específico (ml/g)
1	0	0	4,592
2	0	8	3,850
3	0	10	3,866
4	1	0	4,517
5	1	8	4,014
6	1	10	3,710
7	1.5	0	3,903
8	1.5	8	4,342
9	1.5	10	3,916
10	2	0	4,342
11	2	8	3,996
12	2	10	3,936

Nota: Media de 3 repeticiones \pm DS

En la tabla 45 se presentan los resultados de volumen específico de cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 3.710 y 4.592 %, destacando que la formulación con mayor volumen específico es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor volumen específico es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

El volumen específico se define como la relación entre el volumen de un pan (expresado en centímetros cúbicos u otra unidad de volumen) y su peso (expresado en gramos). Se calcula dividiendo el volumen del pan entre su peso. Un pan de molde con un volumen específico adecuado exhibirá una miga esponjosa y ligera, lo que lo hace más apetecible y agradable al paladar (Ding et al., 2019). Por lo general, el volumen específico del pan de molde se encuentra dentro de un rango típico que varía según la receta y el método de preparación, pero generalmente oscila entre 3.5 y 5.5 cm³/g (Bravo-Núñez et al., 2019; Qazi et al., 2021; Suárez-Estrella et al., 2020). Sin embargo, este valor puede variar entre diferentes tipos de pan de molde, como el integral o el blanco, y puede verse influenciado por la marca y la técnica de preparación utilizada por el panadero (Monteiro et al., 2021).

Tabla N° 46

Análisis de varianza para el volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: % CPA	0.00395933	3	0.00131978	0.02	0.9964
B: % HCM	0.469638	2	0.234819	3.18	0.1143
RESIDUOS	0.442725	6	0.0737874		
TOTAL (CORREGIDO)	0.916322	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05)

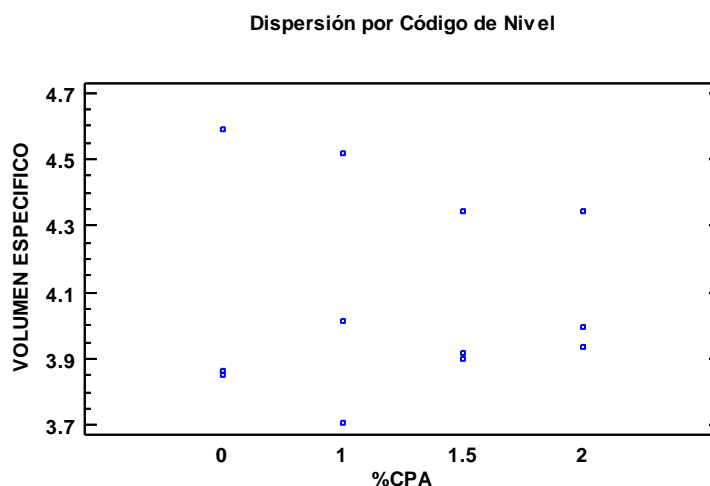
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente el volumen específico indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 46 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en el volumen específico

Según Pathak et al. (2016), en su investigación sobre pan de molde con cáscara de mango, el volumen específico de sus muestras varía entre 2.20 y 1.87 cm³/g, mientras que en el estudio de Ibrahim et al. (2018), el volumen específico de sus panes de molde con cáscara de mango oscila entre 3.79 y 2.57. Por otro lado, según Oprea et al. (2024), en su investigación sobre pan de molde con concentrado proteico de pescado, el volumen específico de sus muestras varía entre 3.60 y 3.81 cm³/g.

Figura N° 39

Gráfica de dispersión del volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar que el volumen específico para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta una tendencia aleatoria a la par que aumenta su proporción sin aumentar su

volumen específico significativamente. Esto sugiere que no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el volumen específico en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

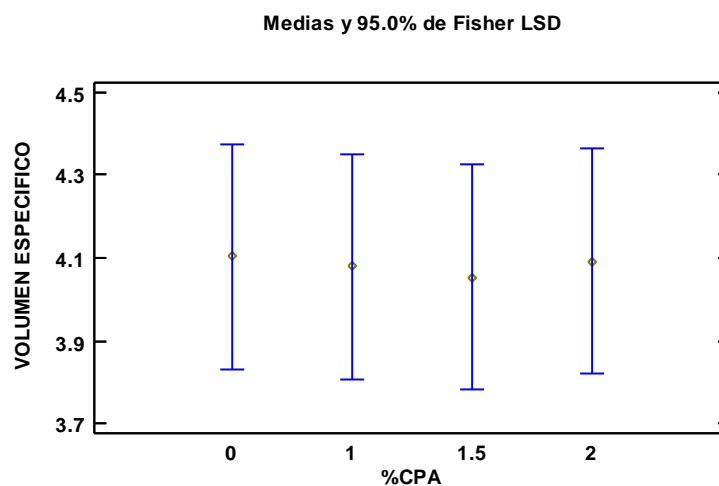
Tabla N° 47

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.0223333	0.542707
0 - 1.5		0.049	0.542707
0 - 2		0.0113333	0.542707
1 - 1.5		0.0266667	0.542707
1 - 2		-0.011	0.542707
1.5 - 2		-0.0376667	0.542707

Figura N° 40

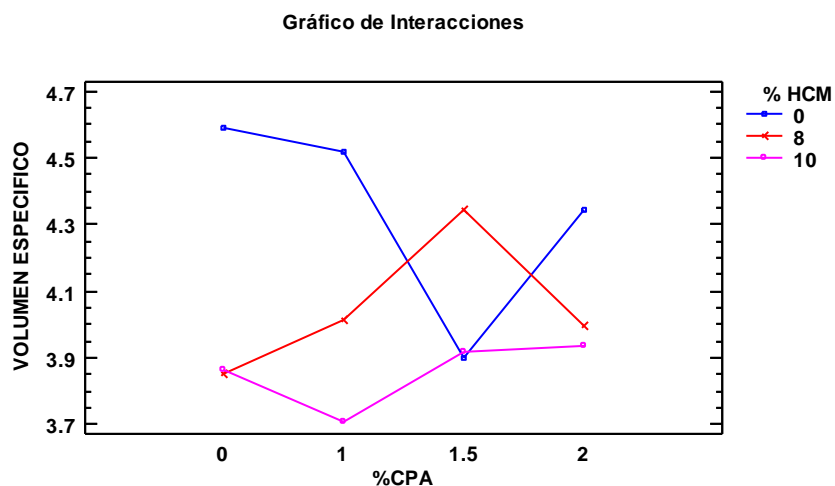
Medias y Prueba de Fisher LSD para el volumen específico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 47 y la Figura 40 se observa que al comparar las medias obtenidas del volumen específico por formulación no se aprecia una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere que no hay una variación considerable. Por lo tanto, se concluye que no se ha establecido una relación directa entre el volumen específico y la presencia de CPA en la mezcla. La formulación que exhibió la media con mayor volumen específico fue aquella con 1.5% CPA, y la que presentó menor volumen específico fue con 1% CPA.

Figura N° 41

Grafica de interacciones para el volumen especifico del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 341 no se evidencia una interacción notable entre el volumen especifico y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el volumen especifico del pan de molde.

4.3. Evaluación sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

4.3.1. Color sensorial

Los resultados del color sensorial de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 44.

Tabla N° 48

Resultados de color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Color sensorial
1	0	0	7,70
2	0	8	5,88
3	0	10	4,72
4	1	0	6,50
5	1	8	5,09
6	1	10	4,47
7	1.5	0	4,84
8	1.5	8	4,94
9	1.5	10	4,78
10	2	0	5,22
11	2	8	5,22
12	2	10	5,00

En la tabla 44 se presentan los resultados de color sensorial para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 4.47 y 7.70 %, destacando que la formulación con mayor puntaje de color sensorial es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor

puntaje de color sensorial es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

Tabla N° 49

Análisis de varianza para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	2.54947	3	0.849822	1.60	0.2852
B: % HCM	3.53722	2	1.76861	3.33	0.1064
RESIDUOS	3.18538	6	0.530897		
TOTAL (CORREGIDO)	9.27207	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de color sensorial, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 45 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en el color sensorial.

Mohamed et al. (2014) elaboraron galletas utilizando concentrado proteico de carpa en concentraciones que iban del 1 al 3%. Durante la evaluación sensorial del color, obtuvieron un puntaje de 9.5 ± 0.95 para las galletas que contenían concentrado proteico de carpa al 2%, utilizando una escala de evaluación sensorial de 10

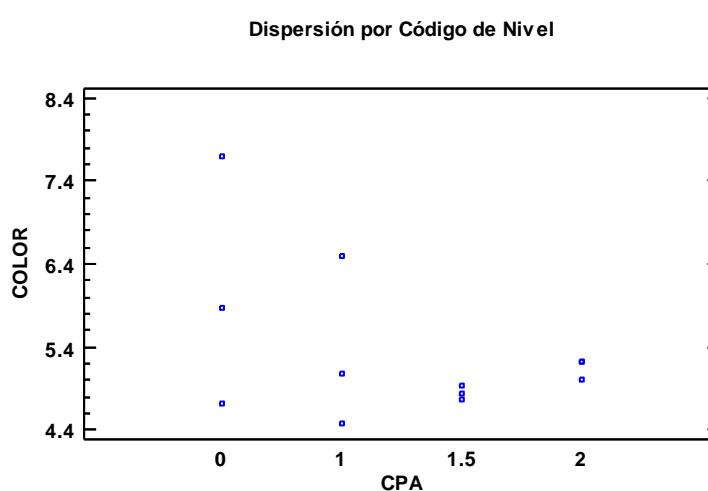
puntos. Este resultado fue comparable al obtenido por las galletas de control, que fue de 9.5 ± 0.57 .

Zebib et al. (2020) elaboraron pan sustituyendo entre un 5% y un 20% de harina de trigo con harina de pescado. Llevaron a cabo una evaluación sensorial del color, donde el pan con un 5% de harina de pescado obtuvo un puntaje de 4.21 ± 0.97 en una escala de evaluación sensorial de 5 puntos. Este puntaje fue similar al del pan de control, que fue de 4.22 ± 1.07 .

Moreno & Paucar (2016), se elaboró pan de molde incorporando cáscara de mango, con una sustitución variando entre el 5% y el 15%. Se observó que el pan con una sustitución del 5% obtuvo un puntaje de color de 6.53, mientras que aquel con un 10% de sustitución obtuvo 6.26. No obstante, el pan de control fue el que alcanzó el puntaje más alto, con 7.69.

Figura N° 42

Gráfica de dispersión del color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el color sensorial para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan una mayor aceptación. Además, se observa una tendencia de disminuir en el color sensorial a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el color sensorial en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

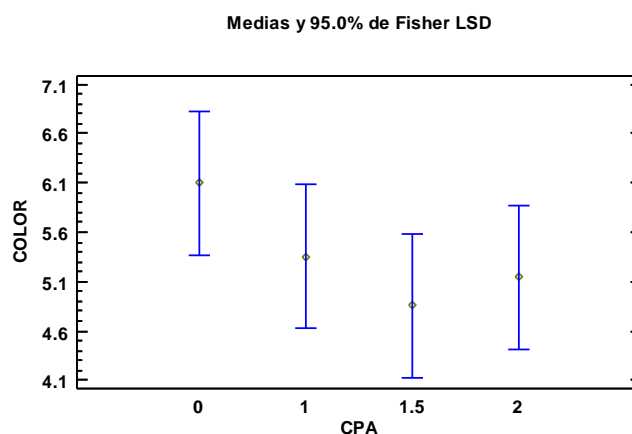
Tabla N° 50

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.746667	1.45572
0 - 1.5		1.24667	1.45572
0 - 2		0.953333	1.45572
1 - 1.5		0.5	1.45572
1 - 2		0.206667	1.45572
1.5 - 2		-0.293333	1.45572

Figura N° 43

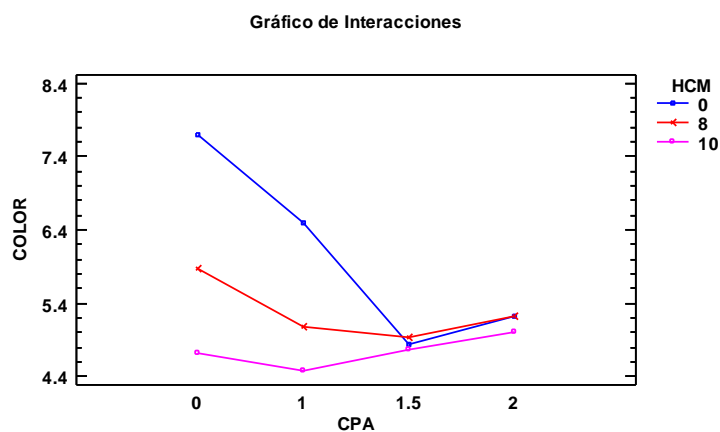
Medias y Prueba de Fisher LSD para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 46 y la Figura 43 se observa que al comparar las medias obtenidas del color sensorial por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 2 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el color sensorial y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor color sensorial fue aquella con 0% CPA, y la que presentó con menor color sensorial fue con 1.5% CPA.

Figura N° 44

Grafica de interacciones para el color sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 44, se evidencia una interacción notable entre el color sensorial y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el color sensorial del pan de molde.

4.3.2. Olor sensorial

Los resultados del olor sensorial de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 47.

Tabla N° 51

Resultados de olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Olor sensorial
1	0	0	7,16
2	0	8	6,59
3	0	10	4,88
4	1	0	6,66
5	1	8	5,19
6	1	10	4,59
7	1.5	0	5,44
8	1.5	8	5,22
9	1.5	10	5,19
10	2	0	5,03
11	2	8	5,31
12	2	10	5,00

En la tabla 47 se presentan los resultados de olor sensorial para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 4.59 y 7.16 %, destacando que la formulación con mayor puntaje de olor sensorial es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor puntaje de olor sensorial es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

Tabla N° 52

Análisis de varianza para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	2.09723	3	0.699078	1.69	0.2673
B: % HCM	2.69832	2	1.34916	3.26	0.1100
RESIDUOS	2.48182	6	0.413636		
TOTAL (CORREGIDO)	7.27737	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

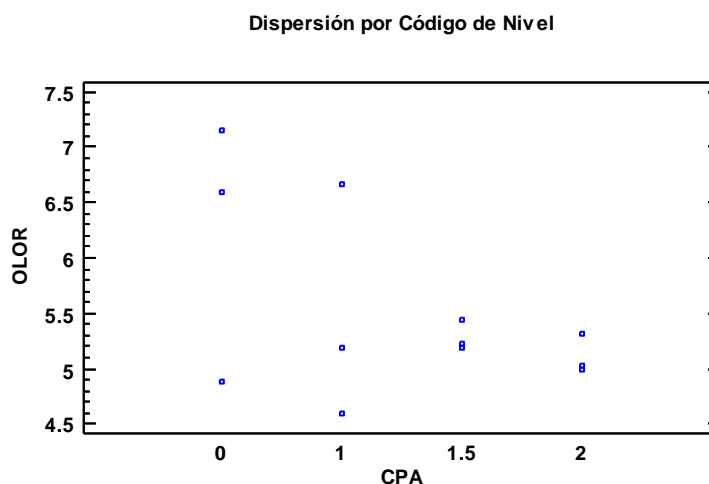
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de olor sensorial, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 48 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en el olor sensorial.

Moreno & Paucar (2016), se elaboró pan de molde incorporando cáscara de mango, con una sustitución variando entre el 5% y el 15%. Se observó que el pan con una sustitución del 5% obtuvo un puntaje de color de 5.00, mientras que aquel con un 10% de sustitución obtuvo 5.95. No obstante, el pan de control fue el que alcanzó el puntaje más alto, con 7.16.

Figura N° 45

Gráfica de dispersión del olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el olor sensorial para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan una mejor aceptabilidad. Además, se observa una tendencia de disminuir en el olor sensorial a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el olor sensorial en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

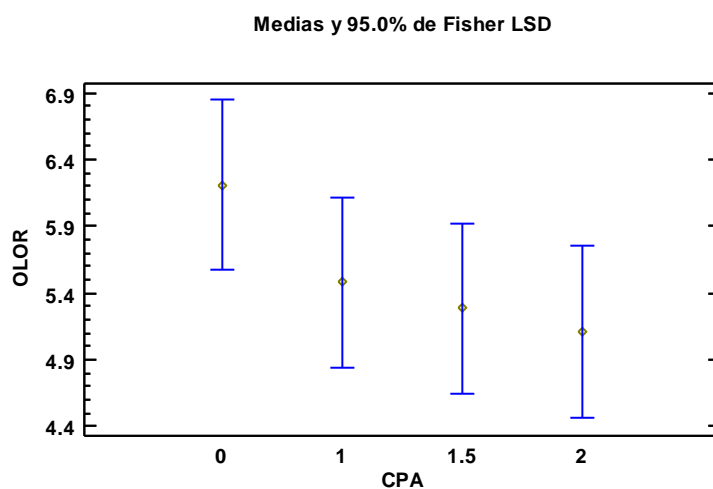
Tabla N° 53

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.73	1.28494
0 - 1.5		0.926667	1.28494
0 - 2		1.09667	1.28494
1 - 1.5		0.196667	1.28494
1 - 2		0.366667	1.28494
1.5 - 2		0.17	1.28494

Figura N° 46

Medias y Prueba de Fisher LSD para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

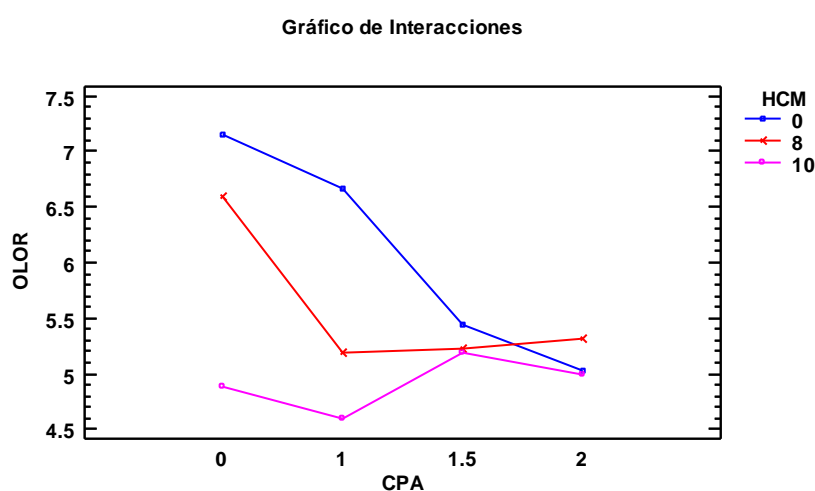


En la Tabla 49 y la Figura 46 se observa que al comparar las medias obtenidas del olor sensorial por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 2% de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una

variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el olor sensorial y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor olor sensorial fue aquella con 0% CPA, y la que presentó con menor olor sensorial fue con 2% CPA.

Figura N° 47

Grafica de interacciones para el olor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 47, se evidencia una interacción notable entre el olor sensorial y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el olor sensorial del pan de molde.

4.3.3. Sabor sensorial

Los resultados del sabor sensorial de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 54.

Tabla N° 54

Resultados de sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Sabor sensorial
1	0	0	7,75
2	0	8	5,97
3	0	10	4,94
4	1	0	6,66
5	1	8	6,94
6	1	10	6,38
7	1.5	0	6,63
8	1.5	8	5,44
9	1.5	10	5,34
10	2	0	6,31
11	2	8	5,78
12	2	10	4,94

En la tabla 54 se presentan los resultados de sabor sensorial para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 4.94 y 7.75 %, destacando que la formulación con mayor puntaje de sabor sensorial es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor puntaje de sabor sensorial es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

Tabla N° 55

Análisis de varianza para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	1.78447	3	0.594822	1.76	0.2548
B: % HCM	4.15265	2	2.07632	6.14	0.0354
RESIDUOS	2.03048	6	0.338414		
TOTAL (CORREGIDO)	1.78447	3	0.594822	1.76	0.2548

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de sabor sensorial, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

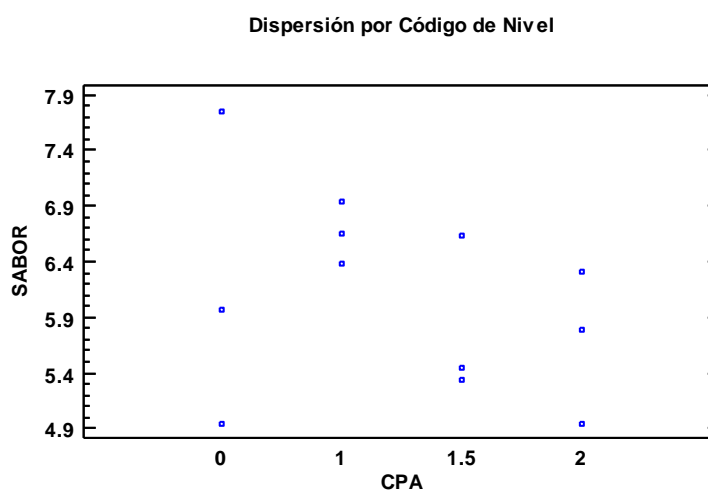
Los resultados presentados en la tabla 55 revelan que el concentrado proteico de anchoveta (CPA) mostro diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que el CPA tiene un impacto significativo en el sabor sensorial. Sin embargo la harina de cascara de mango (HCM), no presente diferencia significativa.

Zebib et al. (2020) elaboraron pan sustituyendo entre un 5% y un 20% de harina de trigo con harina de pescado. Llevaron a cabo una evaluación sensorial del sabor, donde el pan con un 5% de harina de pescado obtuvo un puntaje de 4.08 ± 0.91 en una escala de evaluación sensorial de 5 puntos. Este puntaje fue similar al del plan de control, que fue de 4.04 ± 1.02 .

Atoche & García (2017), elaboró cupcakes con sustitución parcial con harina de cáscara de mango del 5-20%. Se encontró que los cupcakes con una sustitución del 5% obtuvieron un puntaje de sabor de 7.53, mientras que los que tenían un 10% de sustitución alcanzaron 6.47. Sin embargo, el grupo de control fue el que obtuvo el puntaje más alto, con 7.67.

Figura N° 48

Gráfica de dispersión del sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar el sabor sensorial para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan mayor aceptabilidad. Además, se observa una tendencia de disminuye en el sabor sensorial a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y el sabor sensorial en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia

Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

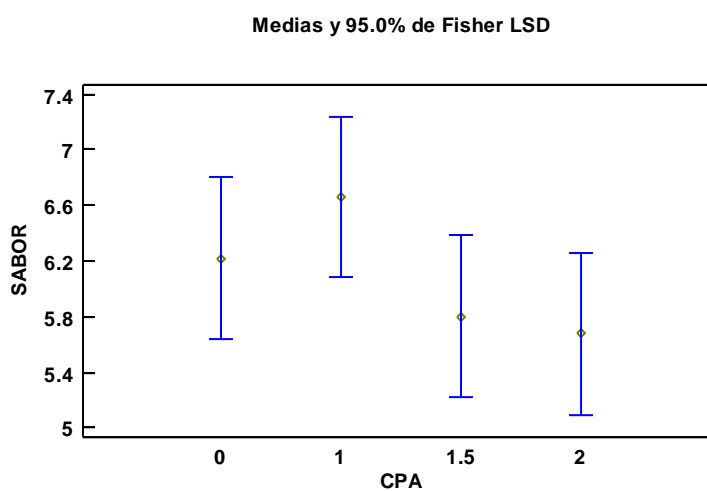
Tabla N° 56

Prueba de Múltiples Rangos LSD para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.44	1.16225
0 - 1.5		0.416667	1.16225
0 - 2		0.543333	1.16225
1 - 1.5		0.856667	1.16225
1 - 2		0.983333	1.16225
1.5 - 2		0.126667	1.16225

Figura N° 49

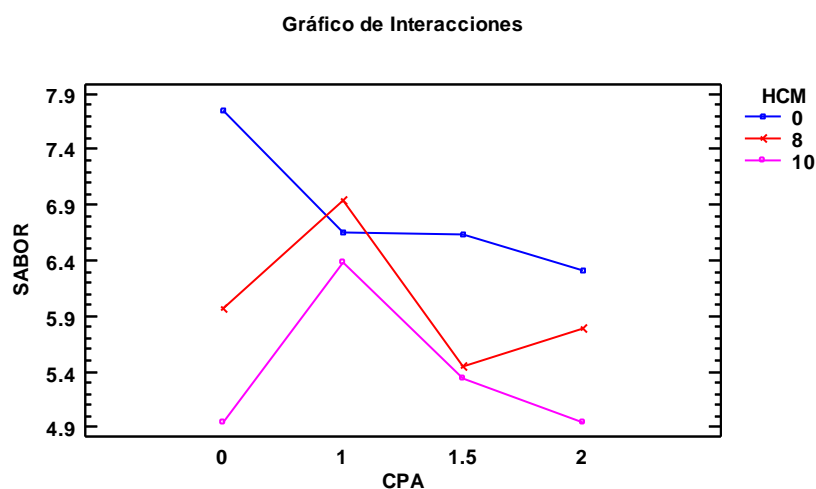
Medias y Prueba de Fisher LSD para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 56 y la Figura 49 se observa que al comparar las medias obtenidas del sabor sensorial por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 2 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre el sabor sensorial y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor sabor sensorial fue aquella con 1% CPA, y la que presentó con menor sabor sensorial fue con 2% CPA.

Figura N° 50

Grafica de interacciones para el sabor sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 50, se evidencia una interacción notable entre el sabor sensorial y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) en el sabor sensorial del pan de molde.

4.3.4. Textura sensorial

Los resultados de la textura sensorial de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 57.

Tabla N° 57

Resultados de textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Textura sensorial
1	0	0	7,34
2	0	8	5,94
3	0	10	4,78
4	1	0	6,66
5	1	8	6,81
6	1	10	6,50
7	1.5	0	6,63
8	1.5	8	6,41
9	1.5	10	6,25
10	2	0	6,75
11	2	8	7,00
12	2	10	5,72

En la tabla 57 se presentan los resultados de textura sensorial para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 4.78 y 7.34 %, destacando que la formulación con mayor puntaje de textura sensorial es el constituido por 0% de CPA y 0% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor puntaje de textura sensorial es el constituido por 0% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

Tabla N° 58

Análisis de varianza para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	0.657825	3	0.219275	0.63	0.6200
B: % HCM	2.25112	2	1.12556	3.25	0.1105
RESIDUOS	2.07675	6	0.346125		
TOTAL (CORREGIDO)	4.98569	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de textura sensorial, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 58 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en la textura sensorial.

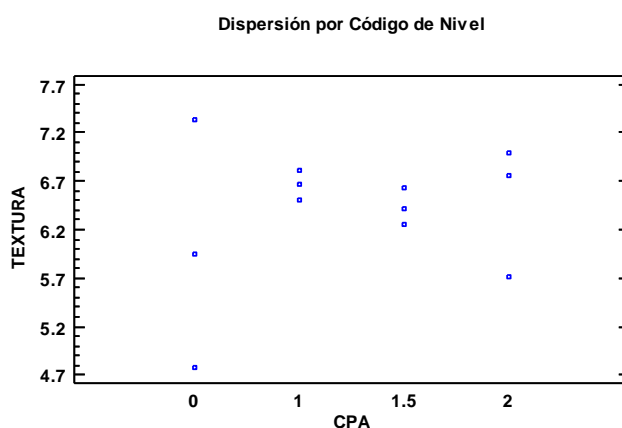
Mohamed et al. (2014) elaboraron galletas utilizando concentrado proteico de carpa en concentraciones que iban del 1 al 3%. Durante la evaluación sensorial de la textura, obtuvieron un puntaje de 7.5 ± 0.63 para las galletas que contenían concentrado proteico de carpa al 2%, utilizando una escala de evaluación sensorial de 10 puntos. Este resultado fue menor al obtenido por las galletas de control, que fue de 10.0 ± 0.95 .

Zebib et al. (2020) elaboraron pan sustituyendo entre un 5% y un 20% de harina de trigo con harina de pescado. Llevaron a cabo una evaluación sensorial de la textura, donde el pan con un 5% de harina de pescado obtuvo un puntaje de 4.31 ± 0.89 en una escala de evaluación sensorial de 5 puntos. Este puntaje fue similar al del plan de control, que fue de 4.33 ± 1.04 .

Moreno & Paucar (2016), se elaboró pan de molde incorporando cáscara de mango, con una sustitución variando entre el 5% y el 15%. Se observó que el pan con una sustitución del 5% obtuvo un puntaje de textura sensorial del 4.97, mientras que aquel con un 10% de sustitución obtuvo 6.10. No obstante, el plan de control fue el que alcanzó el puntaje más alto, con 7.75.

Figura N° 51

Gráfica de dispersión de la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar la textura sensorial para cada formulación de pan de molde. Se destaca que el concentrado proteico de anchoveta presenta tendencia homogénea a la par que aumenta su proporción sin aumentar el valor de textura sensorial significativamente. Esto sugiere que no existe una relación

directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y la textura sensorial en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

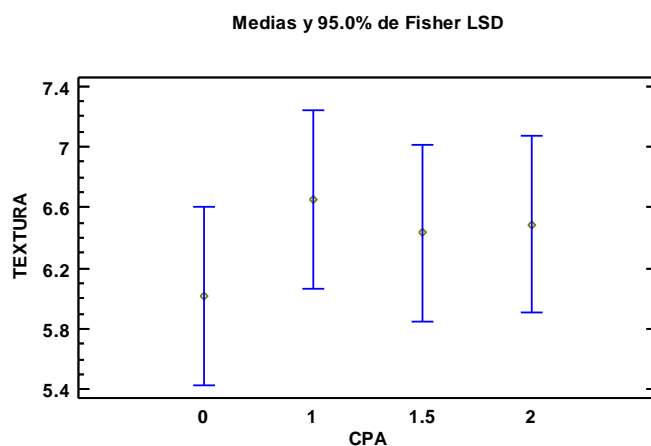
Tabla N° 59

Prueba de Múltiples Rangos LSD para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0.636667	1.17541
0 - 1.5		-0.41	1.17541
0 - 2		-0.47	1.17541
1 - 1.5		0.226667	1.17541
1 - 2		0.166667	1.17541
1.5 - 2		-0.06	1.17541

Figura N° 52

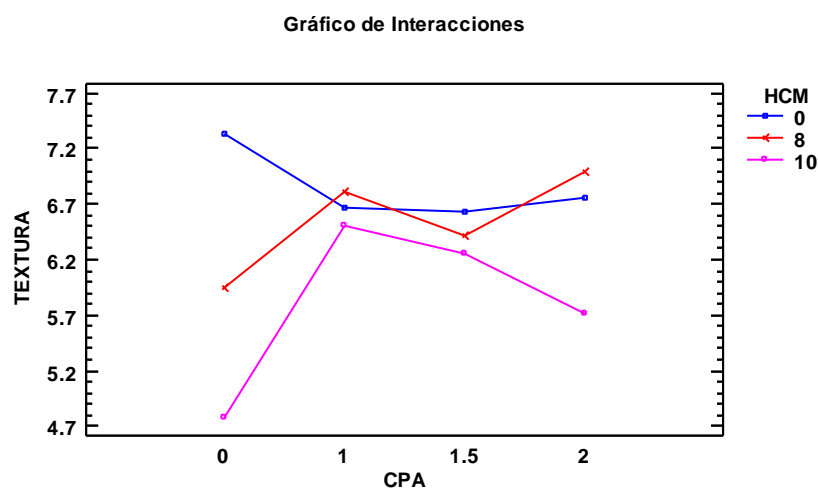
Medias y Prueba de Fisher LSD para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En la Tabla 59 y la Figura 52 se observa que al comparar las medias obtenidas de la textura sensorial por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 2 % de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre la textura sensorial y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor textura sensorial fue aquella con 1% CPA, y la que presentó con menor textura sensorial fue con 0% CPA.

Figura N° 53

Grafica de interacciones para la textura sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 53, no se evidencia una interacción notable entre la textura sensorial y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) en la textura sensorial del pan de molde.

4.3.5. Intensión de compra

Los resultados de la intensidad de compra de las formulaciones del pan de molde, elaborada con concentrado proteico de anchoveta, harina de cáscara de mango y aceite de girasol, se muestran en la Tabla 61.

Tabla N° 60

Resultados de intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Formulación	CPA (%)	HCM (%)	Intensión de compra	IC%
1	0	0	4,47	89%
2	0	8	4,47	89%
3	0	10	3,72	74%
4	1	0	3,91	78%
5	1	8	4,19	84%
6	1	10	2,94	59%
7	1.5	0	3,53	71%
8	1.5	8	3,28	66%
9	1.5	10	3,31	66%
10	2	0	3,59	72%
11	2	8	3,47	69%
12	2	10	3,38	68%

En la tabla 60 se presentan los resultados de intensidad de compra sensorial para cada formulación de pan de molde. Los valores varían entre 2.94 y 4.47 %, destacando que la formulación con mayor puntaje de intensidad de compra sensorial es el constituido por 0% de CPA y 8% de harina de cáscara de mango, y en contraposición el tratamiento con menor puntaje de intensidad de compra sensorial es el constituido por 1% de CPA y 10% de harina de cáscara de mango.

Tabla N° 61

Análisis de varianza para la intención de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: %CPA	1.2761	3	0.425367	4.59	0.0536
B: % HCM	0.739517	2	0.369758	3.99	0.0789
RESIDUOS	0.55555	6	0.0925917		
TOTAL (CORREGIDO)	2.57117	11			

Nota: Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

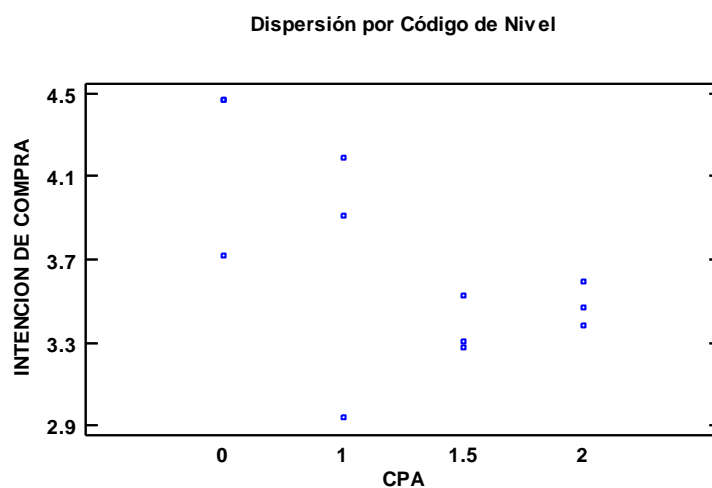
El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si las variaciones en la formulación del pan de molde afectan significativamente su contenido de intención de compra, indicadas por un valor-P por debajo de 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados presentados en la tabla 61 revelan que la harina de cascara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un valor-P inferior a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la proporción de harina de cáscara de mango y el CPA no tienen un impacto significativo en la intención de compra sensorial.

Atoche & García (2017), elaboró cupcakes con sustitución parcial con harina de cáscara de mango del 5-20%. Se encontró que los cupcakes con una sustitución del 5% obtuvieron un puntaje de intención de compra de 4.33, mientras que los que tenían un 10% de sustitución alcanzaron 3.70. Sin embargo, el grupo de control fue el que obtuvo el puntaje más alto, con 4.57.

Figura N° 54

Gráfica de dispersión de la intención de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



En el gráfico de dispersión se puede observar la intención de compra para cada formulación de pan de molde. Se destaca que las formulaciones con menor contenido de concentrado proteico de anchoveta presentan una mayor intención de compra. Además, se observa una tendencia de disminuir en la intención de compra sensorial a medida que aumenta el contenido de concentrado proteico de anchoveta en la mezcla de la formulación. Esto sugiere una relación directamente proporcional entre el contenido de concentrado proteico de anchoveta y la intención de compra en el pan de molde.

Para determinar las formulaciones cuyas medias son significativamente diferentes entre sí, se aplicó la Prueba de Rango Múltiple, utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, con una tasa de error del 5%. Este enfoque permite identificar las diferencias entre las medias de las formulaciones y determinar cuáles de ellas son estadísticamente significativas.

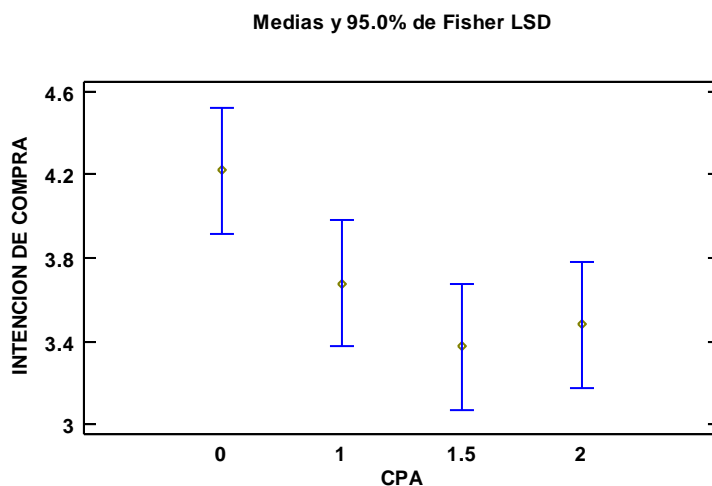
Tabla N° 62

Prueba de Múltiples Rangos LSD para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0.54	0.607939
0 - 1.5	*	0.846667	0.607939
0 - 2	*	0.74	0.607939
1 - 1.5		0.306667	0.607939
1 - 2		0.2	0.607939
1.5 - 2		-0.106667	0.607939

Figura N° 55

Medias y Prueba de Fisher LSD para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol

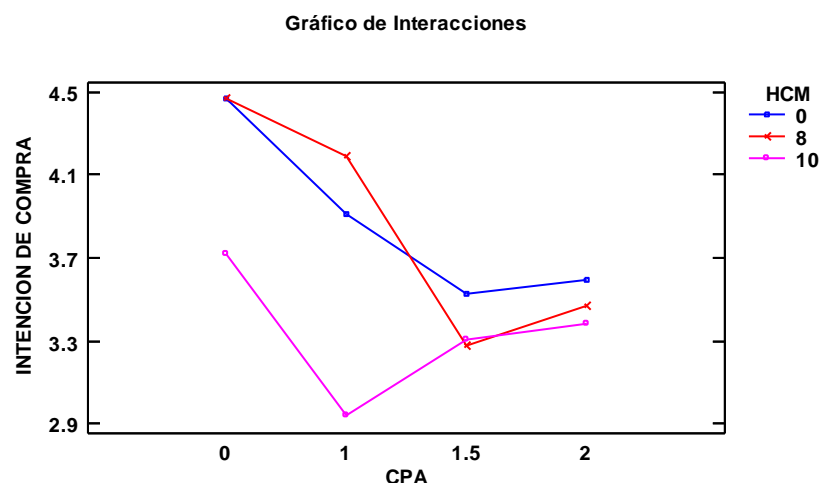


En la Tabla 62 y la Figura 55 se observa que al comparar las medias obtenidas de la intensidad de compra sensorial por formulación, se identifica una diferencia significativa entre las formulaciones en la interacción entre el 0 % y el 2% de CPA. Se destaca una discrepancia notable entre los valores superiores e inferiores, lo que

sugiere una variación considerable. Además, se establece una relación directa entre la intensidad de compra sensorial y la presencia de CPA en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que la formulación que exhibió la media con mayor intensidad de compra sensorial fue aquella con 0% CPA, y la que presentó con menor intensidad de compra sensorial fue con 1.5% CPA.

Figura N° 56

Grafica de interacciones para la intensidad de compra sensorial del pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol



La representación gráfica de las interacciones entre las variables proporciona una comprensión visual de cómo se relacionan entre sí. En la Figura 56, se evidencia una interacción notable entre la intensidad de compra sensorial y los porcentajes de harina de cáscara de mango (HCM) y el concentrado proteico de anchoveta (CPA) en la intensidad de compra sensorial del pan de molde.

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación la hipótesis formulada sobre una mejora en la fortificación del pan de molde con minerales y ácidos grasos polinsaturados (AGPI), en comparación a un pan comercial, queda afirmada la formulación cinco (F5), que esta compuesta por 1% de concentrado proteico de anchoveta y 8% de harina de cáscara de mango.

El trabajo de investigación se determino que la formulación F5, el cual esta conformado por concentrado proteico de anchoveta, 1 % y harina de cáscara de mango, 8% el cual mejora la fortificación del pan de molde en comparación con un pan de molde comercial y presenta las características nutricionales y sensoriales aceptables.

La harina de cáscara de mango y el concentrado proteico de anchoveta son apropiados en la elaboración de pan de molde. El contenido de proteína esta directamente influenciado por la incorporación de ambas harinas y aumenta el contenido de fibra del producto terminado; mientras que la adición de aceite de girasol influye en el contenido de grasa saturada y ácidos grasos polinsaturados (AGPI).

La elección de la formulación apropiada, basada en el puntaje sensorial del sabor y la intención de compra, con la participación de 100 panelistas semientrenados, es la F5, que está compuesta por 1% de concentrado proteico de anchoveta y 8 % de harina de cáscara de mango.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar una evaluación del tiempo de vida útil de la formulación F5 apropiada (1% de concentrado proteico de anchoveta y 8% de harina de cáscara de mango). Esto incluirá un análisis de pruebas aceleradas y de textura instrumental.

Realizar pruebas biológicas para evaluar aspectos clave como la digestibilidad aparente in vivo (DA), la relación de eficiencia proteica (PER) y la utilización neta proteica (NPU) del pan de molde obtenida con la F5. Estas pruebas proporcionan información crucial sobre la calidad nutricional y la capacidad de absorción del producto.

La elección de la formulación apropiada, basada en el puntaje sensorial del sabor y la intención de compra, con la participación de 100 panelistas semientrenados, podría modificarse utilizando hasta el 2% de concentrado proteico de anchoveta y 8 % de harina de cáscara de mango.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acero, D. J. R., Sibina, J. R. O., & Ordoñez, A. M. (2021). Elaboración de un hidrolizado de proteína de anchoveta (*Engraulis ringens*) en polvo. *In Anales Científicos*, 82(2), 251-261. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v82i2.1787>
- Agrobanco. (2007). *Manual del cultivo del mango. Área de desarrollo.*
- Ajila, C. M., & Rao, U. P. (2013). Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. *Journal of functional foods*, 5(1), 444-450. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.017>
- Ajila, C. M., Leelavathi, K. U. J. S., & Rao, U. P. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>
- Akhade, A. R., Koli, J. M., Sadawarte, R. K., & Akhade, R. R. (2016). Functional properties of fish protein concentrate extracted from ribbon fish, *Lepturacanthus savala* by different methods. *IJPPHT*, 7(2), 1-9. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJPPHT/7.2/1-9>
- Al-Dalalia, S., Zhenga, F., Aleidc, S., Abu-Ghoushd, M., Samhourie, M., & Ammar, A. F. (2018). Effect of dietary fibers from mango peels and date seeds on physicochemical properties and bread quality of Arabic bread. *International Journal of Modern Research in Engineering & Management*, 1, 10-24.
- Aldave, A. (2016). *Conoce el «Cushuro», el alimento más nutritivo del mundo y está en Áncash.* Obtenido de [Chimbotenlinea.com](http://www.chimbotenlinea.com): <http://www.chimbotenlinea.com/locales/12/09/2016/conoce-el-cushuro-el-alimento-mas-nutritivo-del-mundo-y-esta-en-ancash>

- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist. Ed. 19.
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical.
- AOCS. (2009). *Official Method Ce 1b-89 : Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC*. Reapproved 2009: American Oil Chemists Society. Champaign, USA.
- Atoche Chauca, L. S., & García Siu, M. W. (2017). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2988/42933.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayerdi, A. e. (2016). Oleic conversion effect on the tocopherol and phytosterol contents in sunflower oil. *Phyton, International Journal of Experimental Botany.*, 83(2), 319 - 324.
- Baddi, J., Vijayalakshmi, D., Durgannavar, N. A., & Chandru, R. (2015). Mango peel: A potential source of natural bioactive phyto-nutrients in functional food. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 34(1), 75-77. <https://doi.org/10.5958/0976-0563.2015.00016.0>
- Badui, D. (2012). *La ciencia de los Alimentos en la práctica*. México: Pearson Educación.
- Botánica. (30 de Octubre de 2020). *Befeneficios del aceite de girasol*. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/alimentos/aceite-girasol-beneficios>

- Bravo-Núñez, Á., Sahagún, M., & Gómez, M. (2019). Assessing the importance of protein interactions and hydration level on protein-enriched gluten-free breads: a novel approach. *Food Bioprocess Technol*, *12*, 820-828. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02258-2>
- Callejo, G. (2002). *Industria de cereales y derivados*. Madrid, España: AMV Ediciones Mundi-Prensa.
- Campos, I., y Regalado, J. (2011). *Formulación y elaboración de galletas enriquecidas con harina de anchoveta (engraulisringens), kiwicha (amaranthuscaudatus) y camote (ipomoea batata); aplicando superficie de respuesta*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Ancash, Nuevo Chimbote.
- Canti, M., Owen, J., Putra, M. F., Hutagalung, R. A., & Utami, N. (2024). Development of patty meat analogue using anchovy protein isolate (*Stolephorus insularis*) as a binding agent. *Heliyon*, *10*(1), e23463. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23463>
- Canti, M., Palupi, K. A. K., & Suhartono, M. T. (2022). Physicochemical and sensory properties of protein isolate from anchovy (*Stolephorus insularis*). *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, *17*(1), 35-43. <https://doi.org/10.15578/squalen.608>
- Carocho, M., Morales, P., Ciudad-Mulero, M., Fernandez-Ruiz, V., Ferreira, E., Heleno, S., ... & Ferreira, I. C. (2020). Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. *Food chemistry*, *310*, 125954. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125954>

- Carranza, M., y Toro, J. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (triticum spp) por harina de quinua (chenopodium quinoa) y harina de kiwicha (amaranthus caudatus) en las características fisicoquímicas y sensoriales de un pan de molde*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- Carrillo, J., y Cañazaca, N. (2020). *Extracción y evaluación de las características fisicoquímicas de aceite de semillas de girasol (Helianthus annuus) y comparación con marcas comerciales*. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
- Cedeño, J., y Zambrano, J. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas*. Tesis de pregrado, Escuela superior politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador.
- Centro nacional de alimentacion y nutricion. (2012). *Estado nutricional en el peru*. Obtenido de https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia_poblacion/Estado_Nutricional_Peru_2011.pdf
- Cercel, F., Burluc, R. M., & Alexe, P. (2016). Nutritional effects of added fish proteins in wheat flour bread. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.060>
- Chávez, L., Cruz, G., Gracia de Caza, L., Diaz, J., y Pérez, M. (2009). Utilizacion de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. *NACAMEH*, 3(2), 71-82. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3649017>
- Chen, Y., Zhao, L., He, T., Ou, Z., Hu, Z., & Wang, K. (2019). Effects of mango peel powder on starch digestion and quality characteristics of bread. *International journal of*

CODEX ALIMENTARIUS. (2015). *CODEX STAN 210-1999*. Obtenido de Norma para Aceites Vegetales Especificados.

COLPEX. (2022). *Ficha Técnica: Concentrado Proteico Hidrolizado de Pescado en Polvo Tipo-A*.

CPI. (2008). *Consumo de productos en los hogares de Lima metropolitana*. Obtenido de https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/200806_Productos_Hogar_21lineas.pdf

Cueva, E. (2021). *Efecto del número de ciclos de fritado de papa blanca y tipos de aceite vegetal en la estabilidad y concentración de compuestos polares de cada aceite residual*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.

David, O., Arthur, E., Kwadwo, S. O., Badu, E., & Sakyi, P. (2015). Proximate composition and some functional properties of soft wheat flour. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(2), 753-758. <https://10.15680/IJRSET.2015.0402097>

del Pilar Sánchez-Camargo, A., Gutiérrez, L. F., Vargas, S. M., Martínez-Correa, H. A., Parada-Alfonso, F., & Narváez-Cuenca, C. E. (2019). Valorisation of mango peel: Proximate composition, supercritical fluid extraction of carotenoids, and application as an antioxidant additive for an edible oil. *The Journal of Supercritical Fluids*, 152, 104574. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2019.104574>

del Pilar Sánchez-Camargo, A., Gutiérrez, L. F., Vargas, S. M., Martínez-Correa, H. A., Parada-Alfonso, F., & Narváez-Cuenca, C. E. (2019). Valorisation of mango peel:

- Proximate composition, supercritical fluid extraction of carotenoids, and application as an antioxidant additive for an edible oil. *The Journal of Supercritical Fluids*, 152, 104574. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2019.104574>
- Deutz, N. E., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarič, Z., Nair, K., Singer, P., Teta, D., Tipton, K., & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical nutrition*, 33(6), 929-936. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007>
- Díaz Miñano, C. E., & Flores Loyola, E. A. (2018). *Influencia de la adición de harina de cáscara de maracuyá (pasiflora edulis), variedad flavicarpa y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3169>
- Díaz, J. C., Calderón, V. T., & Morales, R. C. (2019). Obtención de proteínas de engraulis ringens ringens (anchoveta) y trahurus murphi (jurel), para consumo humano directo. *TAYACAJA*, 2(1). <https://doi.org/10.46908/rict.v2i1.41>
- Ding, S., Peng, B., Li, Y., & Yang, J. (2019). Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. *Food chemistry*, 283, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.045>
- DIRCETUR. (2014). *Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo*. Obtenido de Catálogo exportador de la Región Piura.

- Dueik, V., Robert, P., & Bouchon, P. (2010) Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chemistry*, 119, 1143–1149
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.027>
- Durán, S., Torres, J., y Sanhueza, J. (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 11 - 19.
- Ebrahimian, E., Seyyedi, S. M., Bybordi, A., y Damalas, C. (2019). Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agricultural Water* , 1 - 9.
- El-Kholie, E. M., Khader, S. A., & Ali, H. M. (2021). Utilization of Mango and Banana Peels to Produce Cake. *Journal of Home Economics-Menofia University*, 31(3), 87-100. <https://doi.org/0.21608/MKAS.2021.77126.1019>
- Escobar, F. (2022). *Formulación óptima de pan, mediante sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (Mangifera indica), para aumentar la fibra dietaria en su composición*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Espinoza Eusebio, L., & Ludeña Avalos, F. J. (2018). *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (salvia hispánica l.) desgrasada y sin desgrasar* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa].<http://168.121.236.53/bitstream/handle/20.500.14278/3059/47070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, D., y Castillo, A. (2022). Avances tecnológicos en la obtención, identificación y producción de hidrolizados proteicos de residuos de pescado por acción enzimática: propiedades bioactivas y tecnofuncionales, aplicación en alimentos, mercado y regulación. *Scientia Agropecuaria*, 13(2), 135 - 148.

- Espinoza, L., y Ludeña, F. (2018). *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (Salvia Hispánica L.) desgrasada y sin desgrasar*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- Estévez, M., Geraert, P. A., Liu, R., Delgado, J., Mercier, Y., & Zhang, W. (2020). Sulphur amino acids, muscle redox status and meat quality: More than building blocks—Invited review. *Meat science*, *163*, 108087. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108087>
- FEN. (2018). *Aceite de girasol*. Obtenido de <https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/aceitegirasol.pdf>
- Frolich, W., & Asp, N. G. (1981). Dietary fiber content in cereals in Norway. *Cereal Chem*, *58*(6), 524-527.
- Fundacion española de la nutrición. (1998). *Del pan tradicional al pan de molde repercusiones nutricionales*. Obtenido de <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/11220071133.pdf>
- García, L. (2003). *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (Mangifera indica L) y su incorporación en galletas*. Tesis de pregrado, Universidad tecnológica de la Mixteca., Oaxaca, México.
- García. (2019). *Obtención de aceites comestibles a partir de nuevas semillas de girasol enriquecidas en fitoesteroles*. Tesis de doctorado, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
- García-Ramón, F., Sotelo-Méndez, A., Alvarez-Chancasanampa, H., Norabuena, E., Sumarriva, L., Yachi, K., Huaman, T., Vega, M., & Cornelio-Santiago, H. P. (2023). Influence of Peruvian Andean grain flours on the nutritional, rheological, physical,

- and sensory properties of sliced bread. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1202322. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1202322>
- Gharibzahedi, S. M. T., & Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 119-132. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.017>
- Grasso, F. (2013). *Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Guardia, E. (2015). Efecto protector de *Helianthus annuus* (Girasol) sobre el infarto de miocardio en conejos Nueva Zelanda. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 1 - 7.
- Gunstone, F. D. (2012). *Fatty acid and lipid chemistry*. Springer.
- Gutiérrez, C. (2016). *El mango, sus propiedades nutritivas y los beneficios para la salud*. Obtenido de <https://eldia.com>: <https://eldia.com.do/el-mango-sus-propiedades-nutritivas-y-los-beneficios-para-la-salud/>
- Harvey, R. A., & Ferrier, D. R. (2011). *Biochemistry*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Hojsak, I., Benninga, M. A., Hauser, B., Kansu, A., Kelly, V. B., Stephen, A. M., ... & Tuohy, K. (2022). Benefits of dietary fibre for children in health and disease. *Archives of disease in childhood*, 107(11), 973-979. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2021-323571>
- Hosseney, C. (1994). *Principles of Cereal Science and Technology*. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists.

- Ibañez, A. (29 de mayo de 2018). *Áncash: 48% de niños padecen de anemia*. Obtenido de La Republica: https://larepublica.pe/sociedad/1251610-ancash-48-ninos-padecen-anemia/?fbclid=IwAR1QBGTk9oIAmWCE9nZKBSHHS_YSatxvw2LQyyX20smt_x2rcY_XYkdFIIM
- Ibitoye, W. O., Afolabi, M. O., Otegbayo, B. O., & Akintola, A. C. (2013). Preliminary studies of the chemical composition and sensory properties of sweet potato starch-wheat flour blend noodles. *Nigerian Food Journal*, 31(2), 48-51. [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30076-X](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30076-X)
- Ibrahim, F. Y., Aboulnaga, E. A., Youssif, M. R. G., & El-Gaafary, M. A. (2018). Effect of Substitution with Mango Peels and Seed Kernels as By-Products on the Quality of Pan Bread and Cake. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 9(12), 439-445. <https://doi.org/10.21608/JFDS.2018.36123>
- Iglesias, E., & Haros, M. (2011). *Mejora del valor nutricional y tecnológico de Productos de panadería por incorporación de Ingredientes a base de chía (Salvia hispánica L.)*. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de València, Valencia, España.
- Instituto de estudios económicos y sociales. (2018). *Elaboración de Productos de Panadería*. Obtenido de https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/10/Resumen_reporte-sectorial-de-panader%C3%ADa.pdf
- ITP. (2021). *Instituto Tecnológico de la Producción*. Obtenido de Tecnologías para la obtención de concentrados proteicos de pescado para consumo humano directo: <https://www.facebook.com/100066756757319/videos/1393709527628778/>
- Ivanova, S., Marinova, G., & Batchvarov, V. (2016). Comparison of fatty acid composition of various types of edible oils. *Bulgarian journal of agricultural science*, 22(5).

- Jibaja Espinoza, L. M., & Sánchez González, J. (2015). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de la harina de cáscara de mango (*Mangífera indica*) variedad “Criollo” procedente de la provincia de Sullana en Piura. *Tecnología Y Desarrollo (Trujillo)*, 13(1), 23–26. <https://doi.org/10.18050/td.v13i1.748>
- Jibaja, L., y Sánchez, J. (2015). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de la harina de cáscara de mango (*Mangífera indica*) variedad “Criollo” procedente de la provincia de Sullana en Piura. *Tecnología Y Desarrollo (Trujillo)*, 13(1), 23-26. Obtenido de <https://doi.org/10.18050/td.v13i1.748>
- Jiménez, F. (2000). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado*. Tesis de pregrado.
- Kuna, A., & Achinna, P. (2013). Mono unsaturated fatty acids for CVD and diabetes: A healthy choice. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 3(3), 236-248. https://journals.lww.com/ijnp/fulltext/2013/03030/mono_unsaturated_fatty_acids_for_cvd_and_diabetes_.7.aspx
- Lebaka, V. R., Wee, Y. J., Ye, W., & Korivi, M. (2021). Nutritional composition and bioactive compounds in three different parts of mango fruit. *International journal of environmental research and public health*, 18(2), 741. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020741>
- López, J. (2013). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas del pan de bono formulado con emulsificantes y componentes fisiológicamente activos*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- López, L., y Dávila, L. (2002). Galletas con valor nutricional agregado. *Industrial Data*, 5(1), 3-7. doi:<https://doi.org/10.15381/idata.v5i1.6682>
- López, R. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por cáscara de mango (Mangífera indica L.) var. kent en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces*. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Ludeña, A. (2011). *Panadería: Guía del Estudiante. Proyecto “Fortalecimiento de Capacidades Laborales y Emprendedoras para población joven”*. . Lima - Perú.: Centro de Servicios para la Capacitación Laboral y el Desarrollo – CAPLAB.
- Makinde, F., & Eytayo, A. O. (2019). The evaluation of nutritional composition and functional and pasting properties of wheat flour-coconut flour blends. *Croatian journal of food science and technology*, 11(1), 21-29. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2019.11.1.03>
- Matheyambath, A., Subramanian, J., y Paliyath, G. (2016). Mangoes. *Encyclopedia of Food and Health*, 641 - 645.
- Meyer, B. J., Mann, N. J., Lewis, J. L., Milligan, G. C., Sinclair, A. J., & Howe, P. R. C. (2003). Dietary Intakes and Food Sources of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Lipids*, 38, 391–398. <https://doi.org/10.1007/s11745-003-1074-0>.
- MINAGRI. (2019). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de Plan nacional de cultivos 2019 Campaña Agrícola 2019-2020.
- Mohamed, G. F., Sulieman, A. M., Soliman, N. G., & Bassiuny, S. S. (2014). Fortification of biscuits with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 9 (2): 242-249. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.1142>

- Monteiro, J. S., Farage, P., Zandonadi, R. P., Botelho, R. B., de Oliveira, L. D. L., Raposo, A., Shakeel, F., Alshehri, S., Mahdi, W., & Araújo, W. M. (2021). A systematic review on gluten-free bread formulations using specific volume as a quality indicator. *Foods*, *10*(3), 614. <https://doi.org/10.3390/foods10030614>
- Moreiras. (2013). *Tablas de Composición de Alimentos. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria*. España.
- Moreno Rojo, C., & Páucar Menacho, L.-M. (2016). Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde. *INGnosis*, *2*(2), 377–394. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v2i2.2008>
- Moreno, C. (2017). *Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (Mangifera indica L.) variedad kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú..
- Moreno, R. (2000). *Nutrición y Dietética para Tecnólogos de Alimentos*. Madrid, Ediciones Díaz de Santos, S. A., España.
- Mudgil, D. (2017). *The interaction between insoluble and soluble fiber*. In *Dietary fiber for the prevention of cardiovascular disease* (pp. 35-59). Academic Press. 016/B978-0-12-805130-6.00003-3
- Nakonechna, K., Ilko, V., Berčíková, M., Vietoris, V., Panovská, Z., & Doležal, M. (2024). Nutritional, Utility, and Sensory Quality and Safety of Sunflower Oil on the Central European Market. *Agriculture*, *14*(4), 536. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040536>

- Nieder, R., Benbi, D. K., Reichl, F. X., Nieder, R., Benbi, D. K., & Reichl, F. X. (2018). Macro-and secondary elements and their role in human health. *Soil components and human health*, 257-315. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2_6
- Ning, X., Zhou, Y., Wang, Z., Zheng, X., Pan, X., Chen, Z., Liu, Q., Du, W., Cao, X., & Wang, L. (2022). Evaluation of passion fruit mesocarp flour on the paste, dough, and quality characteristics of dried noodles. *Food Science & Nutrition*, 10(5), 1657-1666. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2788>
- NTP 206.004. (1988 (revisada 2016)). *Pan de molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados*.
- Okpala, L. C., & Egwu, P. N. (2015). Utilisation of broken rice and cocoyam flour blends in the production of biscuits. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 8-11. <https://doi.org/10.1016/j.nifoj.2015.04.010>
- OMS. (2018). *La OMS planea eliminar los ácidos grasos trans de producción industrial del suministro mundial de alimentos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply>
- Oprea, O. B., Sannan, S., Tolstorebrov, I., Claussen, I. C., & Gaceu, L. (2024). Effects of Fish Protein Hydrolysate on the Nutritional, Rheological, Sensorial, and Textural Characteristics of Bread. *Foods*, 13(5), 698. <https://doi.org/10.3390/foods13050698>
- Ötles, S., & Ozgoz, S. (2014). Health effects of dietary fiber. *Acta scientiarum polonorum Technologia alimentaria*, 13(2), 191-202. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2014.2.8>
- Pariona-Velarde, D., Maza-Ramírez, S., & Ayala Galdos, M. (2020). Nutritional Characteristics of a Peruvian Anchovy (*Engraulis ringens*) Protein Concentrate.

Journal of Aquatic Food Product Technology, 29(4), 1–13.
<https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1789798>

Pathak, D., Majumdar, J., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2016). Characterization of physicochemical properties in whole wheat bread after incorporation of ripe mango peel. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(3), 554–561.
<https://doi.org/10.1007/s11694-016-9335-y>

Patrignani, M. (2017). *Desarrollo de galletitas más saludables: Alternativas para incrementar su contenido de antioxidantes*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de la plata.

Perez-Chabela, M. D. L., Cebollón-Juárez, A., Bosquez-Molina, E., & Totosaus, A. (2021). Mango peel flour and potato peel flour as bioactive ingredients in the formulation of functional yogurt. *Food Science and Technology*, 42, e38220.
<https://doi.org/10.1590/fst.38220>

Phillips, S. M., Paddon-Jones, D., & Layman, D. K. (2020). Optimizing adult protein intake during catabolic health conditions. *Advances in Nutrition*, 11(4), S1058-S1069.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmaa047>

Plustea, L., Negrea, M., Cocan, I., Radulov, I., Tulcan, C., Berbecea, A., ... & Alexa, E. (2022). Lupin (*Lupinus* spp.)-fortified bread: A sustainable, nutritionally, functionally, and technologically valuable solution for bakery. *Foods*, 11(14), 2067.
<https://doi.org/10.3390/foods11142067>

Pons, G. (2015). *Aceites vegetales, hacia una producción sostenible. El hombre y la química*.

- Prevot, G., y Mordret, M. (1976). *Utilisation des colonnes capillaires de verre pour l'analyse des corps gras par chromatographie en phase gazeuse. Revue Francaise des Corps Gras. 23 anne, n° 7-8. .*
- Purlis, E. (2010). Browning development in bakery products—A review. *Journal of Food Engineering, 99(3), 239-249.* <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.03.008>
- Qazi, W. M., Ballance, S., Uhlen, A. K., Kousoulaki, K., Haugen, J. E., & Rieder, A. (2021). Protein enrichment of wheat bread with the marine green microalgae *Tetraselmis chuii*—Impact on dough rheology and bread quality. *Lwt, 143, 111115.* <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111115>
- Rao, T. P., & Quartarone, G. (2019). Role of guar fiber in improving digestive health and function. *Nutrition, 59, 158-169.* <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.07.109>
- Reis, L. C. R. D., Facco, E. M. P., Salvador, M., Flôres, S. H., & Rios, A. D. O. (2020). Characterization of orange passion fruit peel flour and its use as an ingredient in bakery products. *Journal of Culinary Science & Technology, 18(3), 214-230.* <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1564103>
- Ribeiro, S. e. (2016). Application of enzymes in sunflower oil extraction: antioxidant capacity and lipophilic bioactive composition. *Journal of the Brazilian Chemical Society, 27(5), 834 - 840.*
- Ribeiro, S., y Schieber, A. (2010). Chapter 34—Bioactive Compounds in Mango (*Mangifera indica* L.). *Bioactive Foods in Promoting Health, 507 - 523.*
- RM N°1020. (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. *MINSA.*

- Rodríguez, C., y Lom, M. (2016). *Elaboración de Pan Integral*. México, D. F.: PANUFI SA DE RL.
- RPP. (10 de Noviembre de 2015). *La anchoveta: rica en vitaminas y minerales que previenen la anemia*. Obtenido de <https://rpp.pe/lima/actualidad/la-anchoveta-rica-en-vitaminas-y-minerales-que-previenen-la-anemia-noticia-462623?ref=rpp>
- Ruiz, L. (2022). *Harina de mango (Mangifera indica): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Perú.
- Samea, R. R. A. (2014). Nutritional Evaluation Of Toast Bread Fortified With Mango Peels And Seed Kernels Powder. *Journal of Home Economics*, 24(3). <https://doi.org/10.21608/MKAS.2014.193500>
- Schouten, M. A., Tappi, S., Glicerina, V., Rocculi, P., Angeloni, S., Cortese, M., Caprioli, G., Vittori, S., & Romani, S. (2022). Formation of acrylamide in biscuits during baking under different heat transfer conditions. *LWT*, 153, 112541. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112541>
- Schwingshackl, L., Zähringer, J., Beyerbach, J., Werner, S. S., Nagavci, B., Heseker, H., Koletzko, B., Meerpohl, J., & International Union of Nutritional Sciences (IUNS) Task force on Dietary Fat Quality. (2021). A scoping review of current guidelines on dietary fat and fat quality. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 77(2), 65-82. <https://doi.org/10.1159/000515671>
- Serna-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de

Ingredientes Funcionales. *Información tecnológica*, 26(2), 41-50.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000200006>

Shaheen, S., Kamal, M., Zhao, C., & Farag, M. A. (2023). Fat substitutes and low-calorie fats: A compile of their chemical, nutritional, metabolic and functional properties. *Food Reviews International*, 39(8), 5501-5527. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2073368>

Shaviklo, G. R., Thorkelsson, G., Arason, S., & Sveinsdottir, K. (2012) Characteristics of freeze-dried fish protein isolated from saithe (*Pollachius virens*). *Journal of Food Science and Technology*, 3, 309–318. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0285-4>

Sheron, L., Delgado F., Calcino, R., & Escobar, N. (2017). Concentrado de Proteína a partir de anchoveta (*Engraulis ringens*) Informe Estudio de Investigación. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1623>

SIICEX. (6 de Abril de 2023). *Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior*. Obtenido de Ficha Técnica de la Anchoveta: https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=217.00000&_portletid_=S FichaProductoRegistro&scriptdo=cc_fp_buscar&pdesproducto=%20ANCHOVET A

Snauwaert, E., Paglialonga, F., Vande Walle, J., Wan, M., Desloovere, A., Polderman, N., Renken-Terhaardt, J., Shaw, V., & Shroff, R. (2023). The benefits of dietary fiber: the gastrointestinal tract and beyond. *Pediatric Nephrology*, 38(9), 2929-2938. <https://doi.org/10.1007/s00467-022-05837-2>

- Soliman, G. A. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, *11*(5), 1155. <https://doi.org/10.3390/nu11051155>
- Suárez-Estrella, D., Cardone, G., Buratti, S., Pagani, M. A., & Marti, A. (2020). Sprouting as a pre-processing for producing quinoa-enriched bread. *Journal of Cereal Science*, *96*, 103111. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103111>
- Taracón, P. (2013). *Influencia de la grasa en las propiedades físicas y sensoriales de galletas. Alternativas para la mejora del perfil de acidos grasos*. Universidad Politecnica de Valencia.
- UFCII. (19 de Mayo de 2022). Instituto Tecnológico de la Producción. *Elaboran concentrado proteico de anchoveta para combatir la desnutrición infantil*, pág. 1. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/itp/noticias/607909-elaboran-concentrado-proteico-de-anchoveta-para-combatir-la-desnutricion-infantil>
- Uriol, M. (2014). *Efecto de la sustitucion de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de cáscara de mango (Mangifera indica) variedad kent y temperatura de horneado sobre la textura, color, contenido de fibra, volumen especifico y aceptabilidad en pan de molde*. Tesis de pregrado, Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Velasco, L., y Ruiz-Méndez, M. (2015). Sunflower Oil Minor Constituents. *American Oil Chemists' Society Press.*, 297 - 329.
- Yuan, Y., Chen, D., Liu, H., Wu, S., & Yan, H. (2016). A comparison study of frying conditions on furan formation in 3 potato varieties. *Journal of food science*, *81*(8), T2114-T2121. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13386>

- Zebib, H., Teame, T., Aregawi, T., Meresa, T., & Yildiz, F. (2020). Nutritional and sensory acceptability of wheat bread from fish flour. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1714831. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1714831>
- Zegarra, S. (2015). *Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado anchoveta (Engraulis ringens) aplicando metodología de superficie de respuesta*. Tesis de maestría, Universidad nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2185/Q04-Z4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zheljazkov, V. e. (2008). Yield, Oil Content, and Composition of Sunflower Grown at Multiple Locations in Mississippi. *American Society of Agronomy*, 1 - 8.
- Zhong, S., Liu, S., Cao, J., Chen, S., Wang, W., & Qin, X. (2016). Fish protein isolates recovered from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) by-products using alkaline pH solubilization and precipitation. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(3), 400-413. <https://doi.org/10.1080/10498850.2013.865282>
- Zhou, W., & Therdthai, N. (2018). *Three-dimensional CFD modeling of continuous industrial baking process*. In *Computational fluid dynamics in food processing* (pp. 193-224). CRC Press. 10.1201/9781351263481-9

VIII. ANEXO

Anexo N° 1: Etiqueta Nutricional del Concentrado de Pescado Tipo A

CONCENTRADO PROTEICO DE PESCADO TIPO A – SABOR NATURAL



FABRICADO POR:

COLPEX INTERNATIONAL S.A.C.

Cal. 21 Nro. 713 Dpto. 404 San Isidro – Lima.

RUC: 20175140591

Teléfono: 01-2260635

Dirección planta:

Av. Los Pescadores Mz. D Lte. 4-5A Zona Industrial
Gran Trapecio. Chimbote – Ancash, Perú.

TELÉFONO DE ATENCIÓN AL CLIENTE:

043-352364

Registro Sanitario: RSPNCISACP0419SANIPES

Información Nutricional				
Tamaño de porción :	3 cucharadas			
	(15 g)			
Porciones por envase :	1			
	100 g	Porción	VRN *	
Energía (Kcal)	324.5	48.675	3%	
Proteínas (g)	80.00	12.00	20%	
Grasa total (g)	0.50	0.075	0%	
Carbohidratos (g)	0.00	0.00	0%	
Vitaminas				
Vitamina B1 (mg)	0.388	0.058	5%	
Vitamina B2 (mg)	0.400	0.060	5%	
Vitamina B3 (mg)	30.7	4.605	29%	
Minerales				
Cromo (mg)	0.239	0.036	100%	
Fosforo (mg)	512.6	76.89	11%	
Hierro (mg)	5.961	0.894	11%	
Molibdeno (mg)	0.017	0.003	7%	
Potasio (mg)	1139.2	170.88	7%	
Sodio (mg)	913.6	137.04	6%	
(*) Porcentaje en relación a la Dosis Diaria Recomendada se basa en una dieta de 2000 calorías.				

INGREDIENTES:

Concentrado proteico hidrolizado de pescado tipo A, Proteína aislada de soya, Citrato de sodio (SIN331), ácido cítrico (SIN330), sucralosa (SIN955), benzoato de sodio (SIN211), ácido málico (SIN296).

CONDICIONES DE CONSERVACIÓN:

Conservar en su envase original sellado, en un lugar seco, fresco y ventilado. Mantener a temperatura ambiente y protegido de la luz solar.

UNA VEZ ABIERTO EL ENVASE, CONSUMIR TODO SU CONTENIDO

PREPARACIÓN:

Disolver 3 cucharadas (15 g) de Concentrado Proteico Hidrolizado de Pescado tipo A en 1 taza (250 mL) de alimentos o bebidas líquidas.

CONSUMIR ANTES DE LA FECHA INDICADA:

Fecha de Producción: 31-Mayo-2022

Fecha de Vencimiento: 30-Mayo-2024

PERFIL DE AMINOÁCIDOS TOTALES (por porción) **	
Aminoácidos Esenciales	g por cada 15 g de producto
Fenilalanina y Tirosina	0.549
Isoleucina	0.338
Leucina	0.717
Lisina	0.888
Metionina y Cisteína	0.316
Treonina	0.389
Triptófano	0.075
Valina	0.443
Aminoácidos No-esenciales	
Alanina	0.708
Arginina	0.564
Glicina	0.644
Histidina	0.525
Ácido aspártico	0.872
Ácido glutámico	1.389
Prolina	0.451
Serina	0.368
** Sujeto a variabilidad natural	



El CONCENTRADO PROTEICO HIDROLIZADO DE PESCADO es un producto nuevo y único, fabricado a partir de una fuente marina fresca, en una instalación moderna de producción de calidad alimentaria.

Anexo N° 2: *Composición Nutricional por 100 g de porción comestible de Pan de Molde*

Componente	Por 100 g de porción comestible	Por 2 rebanadas (40 g)	Req. día-hombres	Req. día-mujeres
Ca (mg)	130	52.0	1000	1000
Carbohidratos (g)	52	20.8	375 - 413	288 – 316
Colesterol (mg/1000 kcal)	Tr	Tr	Menor a 300	Menor a 230
Energía (kcal)	287	115	3000	2300
Fibra (g)	3.2	1.3	> 35	> 25
Fósforo (mg)	78.2	31.3	700	700
Hierro (mg)	2.3	0.9	10	18
Humedad (g)	32.3	12.9	2500	2000
Linoleico (ω -6) (g)	1.137	0.455	10	8
Lípidos totales (g)	4.5	1.8	100-117	77 – 89
Mg (mg)	31	12.4	350	330
Niacina (mg)	3.4	1.4	20	15
ω -3 (g)	0.068	0.027	3.3 – 6.6	2.6 – 5.1
Potasio (mg)	110	44.0	3500	3500
Proteínas (g)	7.75	3.2	54	41
Riboflavina (mg)	0.1	0.04	1.8	1.4
Selenio (μ g)	28	11.2	70	55
Sodio (mg)	550	220	< 2000	< 2000
Tiamina (mg)	0.23	0.09	1.2	0.9
Zinc (mg)	0.7	0.3	15	15

FUENTE. Moreiras, 2013.

Anexo N° 3: Etiqueta Nutricional del aceite de girasol marca BASSO



Keep... Best before end: see top.

DICHIARAZIONE NUTRIZIONALE per 100g NUTRITION DECLARATION for 100g	
Energia/Energy	3700 kJ/900 kcal
Grassi/Total Fats	100g
di cui/of which	
- acidi grassi saturi/saturates	11g
- acidi grassi monoinsaturi/monounsaturates	26g
- acidi grassi polinsaturi/polyunsaturates	63g
Carboidrati/Carbohydrates	0g
di cui/of which	
- zuccheri/sugars	0g
Proteine/Protein	0g
Sale/Salt	0g

Anexo N° 4: Ficha de evaluación sensorial del pan de molde.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE PAN DE MOLDE

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

EDAD: FECHA:/...../..... HORA:.....

INSTRUCCIONES: Estimado panelista frente a Ud. Se le presentan 12 muestras de pan de molde, por favor califique en cuanto a los atributos de color, sabor, aroma, textura y apariencia general. Además señale su intención de compra.

La calificación para los criterios de evaluación del pan de molde se encuentran en una escala del 1 al 7, donde:

Puntaje	Nivel de agrado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me disgusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

RECUERDA: Enjuáguese la boca con el agua brindada al finalizar cada evaluación de muestra.
 “Escriba por favor el código y el puntaje en los espacios en blanco de la muestra.”

Código de Muestra	Atributos				
	Color	Sabor	Aroma	Textura	Apariencia General

INTENCIÓN DE COMPRA DEL PRODUCTO:

INSTRUCCION: Por favor escriba el código de la muestra y coloque en los espacios en blanco la calificación que considere de acuerdo a su intención de compra.

Puntaje	Nivel de agrado
1	Ciertamente no compraría
2	Probablemente no compraría
3	Tal vez lo compraría / tal vez no compraría
4	Probablemente compraría
5	Ciertamente compraría

Código de Muestra	Calificación