



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD Y CONTENIDO PROTEICO DEL PAN DE
CENTENO (*Secale cereale*) COMPLEMENTADO CON HARINA DE ANCHOVETA
(*Engraulis ringens*)

Línea de investigación:

Nutrición humana y seguridad alimentaria

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autora:

Falcón Cárdenas, Darling Consuelo

Asesor:

Arteaga Llacza, Pedro Pablo

ORCID: 0000-0001-9462-7370

Jurado:

Batallanos Casas, Williams Hernan

Bazan Briceño, Jose Luis

Bautista Espinoza, Marleni Vilma

Lima - Perú

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

2%

5

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1%



FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD Y CONTENIDO PROTEICO DEL PAN DE CENTENO (*Secale cereale*) COMPLEMENTADO CON HARINA DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*)

Línea de investigación:

Nutrición humana y seguridad alimentaria

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autora:

Falcón Cárdenas, Darling Consuelo

Asesor:

Arteaga Llacza, Pedro Pablo

ORCID: 0000-0001-9462-7370

Jurado:

Batallanos Casas, Williams Hernan

Bazan Briceño, Jose Luis

Bautista Espinoza, Marleni Vilma

Lima- Perú

2025

INDICE

RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema	2
1.1.1 Problema general	3
1.1.2 Problemas específicos	3
1.2 Antecedentes	4
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Justificación.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
1.5.1 Hipótesis general.....	9
1.5.2 Hipótesis específica	9
II. MARCO TEORICO.....	10
2.1 Anchoveta.....	10
2.1.1 Harina de pescado Anchoveta	12
2.2 Centeno.....	14
2.2.1 Harina de centeno	17
2.3 Trigo	18
2.3.1 Harina de trigo	20
2.4 Panificación y métodos	21
2.5 Pan de centeno.....	23
2.6 Diseño de mezclas	25
2.7 Evaluación sensorial.....	25
2.8 Índice de calidad proteica.....	27
III. MÉTODO	28
3.1 Tipo de investigación	28
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	28
3.3 Variables.....	28
3.4 Población y muestra	29
3.5 Instrumentos	29
3.5.1 Materia prima e insumos	29

3.5.1.1 Análisis de % de proteínas.....	29
3.5.2 <i>Producto terminado</i>	31
3.5.2.1 Prueba sensorial (aceptabilidad general)	31
3.5.2.2 Pruebas fisicoquímicas	31
3.5.2.3 Prueba de calidad de proteína	31
A. Calculo teórico para la digestibilidad	31
B. Computo aminoacídico (C.A.) y PDCAAS	32
3.6 Procedimientos	33
3.6.1 <i>Procedimiento de elaboración del pan</i>	33
3.6.2 <i>Evaluación de aceptabilidad general</i>	35
3.6.3 <i>Determinación de proteínas por el método Kjeldahl</i>	36
3.6.4 <i>Obtención de las formulaciones</i>	37
3.6.5 <i>Optimización de la formulación</i>	38
3.7 Análisis de datos.....	39
3.8 Diseño experimental.....	39
IV. RESULTADOS.....	41
4.1 Obtención de las formulaciones del pan de centeno complementado con harina de anchoveta.....	41
4.2 Efecto del porcentaje de harina de anchoveta en la aceptabilidad general del pan de centeno	42
4.3 Optimización de la formula del pan mediante diseño de mezclas	43
4.4 Obtención de la formulación optimizada del pan de centeno complementado con harina de anchoveta.....	46
4.5 Evaluación de la aceptabilidad general del pan optimizado	47
4.6 Composición fisicoquímico-proximal del pan optimizado	49
4.7 Determinación la digestibilidad teórica, computo aminoacídico (C.A) y PDCAAS del pan optimizado	49
V. DISCUSION DE RESULTADOS	51
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. REFERENCIAS.....	58
IX. ANEXOS	67
Anexo A: Construcción del diseño de bloques incompletos balanceado para la prueba de aceptabilidad general.....	67
Anexo B: Ficha técnica de los instrumentos de recolección de datos para la aceptabilidad general	70

Anexo C: Listado de panelistas para la aceptabilidad general del pan	71
Anexo D: Resultados de la prueba de aceptabilidad general en la evaluación de las formulaciones del pan	74
Anexo E: Prueba Tukey y comparaciones múltiples	77
Anexo F: Listado de panelistas para la aceptabilidad general del pan optimizado	80
Anexo G: Resultados de la prueba de aceptabilidad general en la evaluación de la formulación del pan optimizado.....	83
Anexo H: Fotos de las encuestas de aceptabilidad general de las formulaciones del pan ...	86
Anexo I: Fotos de las encuestas de aceptabilidad general de la formulación del pan optimizado.....	88
Anexo J: Detalle del cálculo de la digestibilidad, C.A. y el PDCAAS de la formula optimizada	89
Anexo K: Análisis fisicoquímico del pan de centeno complementado con harina de anchoveta.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición proximal de <i>Engraulis ringens</i>	12
Tabla 2.	Valor nutricional de harina de anchoveta	14
Tabla 3.	Composición proximal de <i>Secale cereale</i> L.	16
Tabla 4.	Composición proximal de la harina de centeno.....	17
Tabla 5.	Composición proximal de <i>Triticum aestivum</i> L.....	20
Tabla 6.	Composición proximal de la harina de trigo	21
Tabla 7.	Composición proximal del pan.....	22
Tabla 8.	Criterios fisicoquímicos del pan – Ministerio de salud	23
Tabla 9.	Composición propuesta para el pan de centeno complementado con harina de anchoveta	33
Tabla 10.	Niveles considerados en el diseño de mezclas	38
Tabla 11.	Formulaciones experimentales con diseño de mezclas	41
Tabla 12.	Formulaciones en gramos	42
Tabla 13.	Resultados de aceptabilidad general para las diez formulaciones del pan de centeno con harina de anchoveta	43
Tabla 14.	Análisis de Varianza de la Optimización de la Formulación del pan de centeno complementado con harina de anchoveta mediante diseño de mezclas	44
Tabla 15.	Resumen del modelo	44
Tabla 16.	Resultados estimados para aceptabilidad general.....	45
Tabla 17.	Formulación optimizada del pan	46
Tabla 18.	Resultados de la prueba T-student para una muestra	48
Tabla 19.	Análisis fisicoquímico-proximal del pan optimizado.....	49
Tabla 20.	Digestibilidad teorica, cómputo aminoacídico (C.A) y PDCAAS calculados teóricamente para la fórmula optimizada.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo obtención de harina de anchoveta.....	30
Figura 2. Diagrama de flujo tentativo del pan de centeno con harina de anchoveta	34
Figura 3. Diseño experimental para la obtención de la formulación optima del pan de centeno complementado con harina de anchoveta	40
Figura 4. Superficie de respuesta estimada	47
Figura 5. Contornos de la superficie de respuesta estimada	47

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo sustituir harina de trigo parcialmente por harina de centeno y anchoveta en la fabricación de un pan, buscando la aceptabilidad general y el aumento del contenido proteico. Mediante pruebas preliminares, para la participación de los componentes en la mezcla se calculó el porcentaje; para ello se aplicó el diseño de mezclas simplex-Láticce modelo lineal para tres componentes, siendo éstos harina de trigo, harina de centeno y harina de anchoveta, obteniendo diez formulaciones. Los panes obtenidos fueron sometidos a la prueba de aceptabilidad general utilizando el diseño de bloques incompletos balanceados en su distribución, por lo cual 90 panelistas realizaron la evaluación en 3 muestras de un total de 10. El tratamiento que consiguió obtener la mayor aceptabilidad general (4.0) fue el pan con 6.67% de HA, 46% de HC y 47.33% de HT. Se procedió a optimizar la formulación del pan a través del diseño de mezclas, empleando el programa Statgraphics Centurión XVI versión 16.10.3, obteniendo una formulación optimizada con 8% de HA, 46% de HC y 46% de HT. La aceptabilidad general en la prueba del pan optimizado fue de 3.86, superando el valor optimo. Para finalizar se realizó un análisis fisicoquímico-proximal al pan optimizado, cumpliendo con los parámetros establecidos y resaltando su contenido proteico con 10%; así mismo se realizó el cálculo de la digestibilidad teórica, computo aminoacídico y PDCAAS obteniendo como resultado 80.20%, 80.18% y 64.31% respectivamente.

Palabras clave: Diseño de mezclas, harina de anchoveta, harina de centeno, aceptabilidad general, proteínas, digestibilidad teórica, PDCAAS.

ABSTRACT

This research work aimed to partially replace wheat flour with rye and anchovy flour in the manufacture of bread, seeking general acceptability and increasing protein content. Through preliminary tests, the percentage was calculated for the participation of the components in the mixture; For this purpose, the simplex-Láticce linear model mixture design was applied for three components, these being wheat flour, rye flour and anchovy flour, obtaining ten formulations. The breads obtained were subjected to the general acceptability test using the design of incomplete blocks balanced in their distribution, for which 90 panelists carried out the evaluation in 3 samples out of a total of 10. The treatment that managed to obtain the highest general acceptability (4.0) was the bread with 6.67% HA, 46% HC and 47.33% HT. The bread formulation was optimized through mixture design, using the Statgraphics Centurión XVI version 16.10.3 program, obtaining an optimized formulation with 8% HA, 46% HC and 46% HT. The general acceptability in the optimized bread test was 3.86, exceeding the optimal value. Finally, a physicochemical-proximal analysis was carried out on the optimized bread, complying with the established parameters and highlighting its protein content with 10%; Likewise, the calculation of theoretical digestibility, amino acid calculation and PDCAAS was carried out, obtaining 80.20%, 80.18% and 64.31% respectively.

Keywords: Mixture design, anchovy flour, rye flour, general acceptability, proteins, theoretical digestibility, PDCAAS.

I. INTRODUCCION

La industria de los cereales y sus derivados representa a nivel mundial una cuota muy importante respecto a la industria alimentaria debido a que estos productos son consumidos diariamente por la gran mayoría de la población.

Los cereales vienen a ser considerados en varios pueblos como un producto básico en la alimentación debido a sus características nutritivas, su moderado costo y su capacidad para provocar saciedad inmediata. Además, presentan una gran versatilidad respecto a su preparación agroindustrial y tratamiento culinario. (Manrique y Vera, 2022) En el sector o área de los cereales se encuentran los productos de panadería implicando una gama amplia como las galletas, pasteles, panes y otros varios productos. Estos productos presentan a la harina de trigo como una característica en común en su formulación ya sea en menor o mayor medida. Dentro de los mencionados productos, el pan de la mano con otros productos frescos son los que presenta una elevada frecuencia tanto de compra como de consumo. (Sánchez, 2015)

Anualmente se presentan en diferentes formas como fileteado, enlatado, congelado, curado o fileteado toneladas de marisco y pescado destinado al consumo humano. Durante el procesamiento de estos alimentos pesqueros existe desprecio de subproductos y una gran cantidad de descarte que es destinado a otras aplicaciones de uso comercial, esto es debido a que del total del pescado solo el 60% es destinado a la alimentación y el resto como las cabezas, escamas, vísceras, esqueletos y aletas son separados o retirados. (Sánchez, 2015)

Una adecuada forma de aprovechar estos residuos de pescado es elaborando u obteniendo harina de pescado. Hace un tiempo atrás esta harina solo era utilizada para alimentación balanceada de animales, sin embargo, durante los años últimos ha adquirido alta

importancia debido a sus propiedades nutricionales complementado con cereales en la alimentación humana. (Sánchez, 2015)

Es por todo lo mencionado en las líneas que se quiere desarrollar nuevas tendencias de consumo de pan buscando diferentes sustitutos a la harina de trigo, como por ejemplo la harina de centeno y fortificarla con harina elaborada a partir de pescado, aprovechando así los recursos que nos brinda el Perú, las propiedades que presentan las harinas en mención y obteniendo un producto nutritivo. Se conoce que el gobierno peruano viene implementando programas para combatir la desnutrición y ofrecer a los niños y jóvenes en etapa escolar alimentos con alto contenido proteico, siendo este pan óptimo para su introducción y distribución en los diferentes programas.

En este trabajo de investigación, se elaborará pan con harina de centeno complementado con harina de anchoveta donde se evaluará el contenido proteico final y su aceptabilidad sensorial.

1.1 Descripción y formulación del problema

La problemática radica en que la mayor parte de los volúmenes de la especie anchoveta es utilizada para la elaboración de aceite y harina de pescado para la alimentación de animales. Por falta de presupuesto e implementación de equipos en las plantas de producción, para consumo humano la harina de anchoveta es producida en menor cantidad o para pedidos específicos ya que no se tiene un mercado grande, esto debido a la falta de capacitación, propaganda e investigación de sus propiedades nutricionales.

Respecto a la harina de centeno, se conoce que es el segundo cereal más usado para la fabricación o producción de pan, sin embargo, la mayoría de la población no tiene conocimiento de los grandes beneficios que ésta aporta en comparación con la harina de trigo, la harina de centeno es más saludable y presenta mayor valor nutricional. Otro problema es el

desconocimiento de la población en el procedimiento para la elaboración del pan ya que es viscoso, denso y con poca elasticidad.

La alimentación para la población ha sido una de las preocupaciones mayores afectando generalmente a niños y adolescentes que se encuentran cursando la etapa escolar, en sectores donde la política, economía y ubicación/situación geográfica entre otras, ha limitado su oportuno acceso y derecho a una buena alimentación.

El pan es un alimento que aporta nutrientes en su consumo del día a día, siendo viable poder adicionar un recurso o insumo como la harina de centeno y la harina de anchoveta en su composición o elaboración para su fortificación. Es por ello por lo que nos formulamos la siguiente pregunta de investigación:

1.1.1 Problema general

- ¿Cuál será el efecto de la complementación del pan de centeno con harina de anchoveta en la aceptabilidad y contenido proteico?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la formulación que presente mayor aceptabilidad mediante pruebas sensoriales en el pan de centeno complementado con harina de anchoveta?
- ¿Cuál será el impacto en la caracterización fisicoquímica- proximal del pan de centeno complementado con harina de anchoveta?
- ¿Cuál será el impacto de la digestibilidad teórica en la calidad nutricional de las proteínas del pan de centeno complementado con harina de anchoveta?

1.2 Antecedentes

Nieto (2023), en su trabajo de investigación “Efecto de la inclusión de harina de cushuro (*Nostoc sphaericum*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la fabricación de pan con miga enriquecida” se planteó como objetivo analizar el efecto que produce la inclusión de harina de cushuro y quinua en la fabricación del pan con miga enriquecida. Se realizó y elaboró las formulaciones, características microbiológicas, sensoriales y sensoriales. Se realizaron análisis fisicoquímicos a las materias primas, obteniendo 19,5 g/100 g en cushuro, 11,8 g/100 g en quinua y 10,7 g/100 g de proteína en trigo. Después en Design Expert se realizaron las mezclas de 14 ensayos determinando los mejores tres tratamientos, T1 con 14% de quinua, 82% harina de trigo y 4% de cushuro, el T2 con 12,5% de quinua, 82,5% harina de trigo y 5% de cushuro y el T3 con 15% de quinua, 80% harina de trigo y 5% de cushuro. Se procedió a fabricar los panes de miga y a realizar el balance de materia obteniéndose 125.89% en rendimiento por procesos, a su vez se calculó los costos del T3 con la adquisición de 7 unidades de 500g de pan con un precio unitario de producción de 5.5 soles y 7.15 de precio de venta. Finalmente, para el análisis fisicoquímico en proteínas salió 9.2 g/100 g y 52.9 g/100 g de carbohidratos; en el perfil aminoacídico salió leucina 1.2 g/100 g y ácido glutámico 1.8 g/100 g como los más predominantes. Para la evaluación de color, la inclusión de harinas de cushuro y quinua influyen generando que existan diferencias significativas en $p < 0.05$. Para la textura hubo una diferencia o variación de las formulaciones T1, T2 y T3 con el testigo T0 para $p < 0.05$. Se procedió a realizar las características sensoriales de olor, sabor, textura y color, siendo el más aceptable el T3; en los análisis microbiológicos el producto se encuentra dentro de los límites permisibles.

Carvajal y Mosquera (2022), en su trabajo de investigación “Propuesta para la fabricación de panes ecuatorianos (rodilla de cristo, chimborazo y pan de pinllo) sustituyendo parcialmente por harina integral de amaranto (*amaranthus*) la harina de trigo (*triticum*)” tuvo como objetivo principal elaborar panes ecuatorianos como pan de rodilla de Cristo, Chimborazo y Pinllo con la sustitución parcial por harina integral de amaranto la harina de trigo para luego determinar el contenido de proteínas, grasa, carbohidratos y calorías. A través de la ejecución de la fase experimental se desarrolló la sustitución del 20%, 30% y 40% de harina para cada tipo de pan. Las características organolépticas obtenidas resultaron muy buenas respecto a la miga, apariencia, textura y sabor para todas las muestras, siendo a través de una prueba hedónica de aceptabilidad las muestras de pan rodilla de Cristo y Chimborazo ambos 40% y pan de Pinllo 30% las más aceptadas. Se procedió a comparar el contenido de los panes tradicional y los obtenidos en la experimentación, donde resulta que al agregar harina de amaranto 30% y 40% como sustitución en todas las recetas panaderas, disminuye el contenido de calorías, carbohidratos y grasa; elevándose el valor proteico con valores mayor al 8%.

Rivadeneyra y Zuloaga (2019), en su trabajo de investigación “Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y fortificado con hierro hemínico” tuvo por objetivo fabricar panes con sustitución parcial de harina de tarwi fortificado con hierro hemínico para niños en etapa escolar donde elaboró nueve muestras de pan con porcentajes diferentes de harina de trigo, tarwi y hierro hemínico. Adicional una muestra de pan común (total harina de trigo), hallando posteriormente la aceptabilidad de los panes, sus características fisicoquímicas y microbiológicas. En la obtención de resultados de análisis fisicoquímicos de los panes fortificados se encontró un mayor contenido proteico de acuerdo con el aumento de niveles de fortificación respecto al pan común. Para los resultados microbiológicos los panes se encuentran dentro del rango que indica la R.M. N°1020-2010/MINSA. Para la evaluación

sensorial se contó con un panel de 30 panelistas no entrenados - niños en etapa escolar, los cuales evaluaron 6 de 9 muestras de cada pan fortificado (salado, color, ácido, aroma, dulce, amargo) utilizando una ficha que contenía una escala de 1 a 5 puntos, siendo el Pan N°5 con harina de tarwi 20%, harina de trigo 80% y hierro hemínico 5% el de mayor aceptación en las características de aroma, olor y color; a su vez en los análisis físicoquímico resultó que la muestra N°9 en comparación con las demás presenta 115.3 mg/kg de hierro y 9.34 % de proteínas.

Sullca (2014), en su investigación “Evaluación de la aceptabilidad y contenido proteico del pan con adición de pasta de hongo (*Suillus luteus*) y harina de lúcuma (*Pouteria lucuma*)” tuvo como objetivo evaluar la cantidad proteica del pan y su aceptabilidad general sustituyendo con diferentes cantidades/porcentajes la harina de trigo por harina de lúcuma y pasta de hongo. Procedió a sustituir por harina de lúcuma y pasta de hongo el 30 % de harina de trigo total obteniéndose del sustituto los tratamientos siguientes, para el primero 10 % de harina de lúcuma y 90% de pasta de hongo HD, para el segundo 30 % de harina de lúcuma y 70 % de pasta de hongo CB, para el tercero DA 50 % de harina de lúcuma y 50 % de pasta de hongo, para el cuarto AP 70 % de harina de lúcuma y 30 % de pasta de hongo y para el quinto HB 90% de harina de lúcuma y 10% de pasta de hongo. Posteriormente evaluó la aceptabilidad con un análisis sensorial realizado por un panel de 15 personas (semi entrenadas), evaluando el aroma, sabor, color, textura y apariencia; luego con la prueba de Friedman no paramétrica se evaluaron a un nivel de significancia del 1%, con la cuantificación de estos datos estadístico se halló la diferencia entre los tratamientos y con el chi-cuadrado se determinó que el tratamiento AP presenta mayor aceptabilidad con un promedio de 1.95. Para evaluar el contenido proteico utilizando un diseño completamente al azar DCA se analizaron los cinco tratamientos con un nivel de significancia del 1 % obteniendo un coeficiente de variación de 4.87 %, con la prueba de comparación de medias tukey se encontraron diferencias significativas entre los

tratamientos, determinando finalmente que el tratamiento HB presenta con 70% el más elevado contenido proteico. Para concluir se realizó al tratamiento con mayor aceptación AP una evaluación químico proximal conteniendo 4.20 % en grasas, 27.84 % de humedad, 10.29 % en proteínas, 55.08 % en carbohidratos, 2.26 % en cenizas y 0.33 % en fibra.

Rosso (2014), para su trabajo de investigación “Elaboración de un pan fortificado con harina de pescado” el objetivo consistía en elaborar un pan fortificado, hallar el valor nutricional y estudiar las características principales organolépticas del producto señalando el grado de aceptación de éste comparándolo a su vez con un pan tradicional. Realizando encuestas comprobó la aceptabilidad de la población, el análisis sensorial arrojó un elevado grado de aceptación con un 72.5% de personas que comprarían el producto. Elaboró un pan fortificado con 15.62% de harina de bacalao, obteniendo un incremento de proteínas comparado a un pan tradicional y una reducción en los hidratos de carbono, determinando así una mejora en la calidad del producto final.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar la aceptabilidad y el contenido proteico del pan de centeno complementado con harina de anchoveta.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación del pan de centeno complementado con harina de anchoveta que presente mayor aceptabilidad mediante pruebas sensoriales.
- Determinar la caracterización fisicoquímica-proximal del pan complementado con harina de anchoveta.

- Determinar la calidad nutricional de las proteínas del pan de centeno complementado con harina de anchoveta considerando la digestibilidad teórica.

1.4 Justificación

La alimentación adecuada con una excelente dieta balanceada rica en nutrientes desde el nacimiento permite un adecuado desarrollo en la vida de las personas. Por ello es de relevante importancia la participación de innovaciones alimenticias ya que en el día a día no se llega a consumir los nutrientes suficientes que necesita cada persona. Un pan elaborado con harina de centeno y harina de anchoveta es una innovación alimenticia y una excelente opción como una nueva alternativa de alimento capaz de contener en su composición una gran cantidad de nutrientes, esto debido al gran contenido de proteínas que puede aportar la harina de anchoveta; además de ofrecer la industria panadera un producto innovador beneficioso para quienes lo consuman.

Respecto a los aportes nutricionales, los cereales según diversos estudios realizados proveen diversos beneficios, Vanegas (2018) señala:

Los cereales se caracterizan por a lo largo de la historia ser fundamentales en la alimentación de la humanidad aportando una gran cantidad de nutrientes importantes tales como minerales, carbohidratos y proteínas; así como su contenido de vitaminas, almidón, azúcares de descomposición lenta y fibra dietética. (pp. 47-54)

Para la harina de anchoveta, utilizada en suplementación de acuerdo con los estudios realizados por Campos (2020) indica:

Parte de su enriquecimiento se debe al elevado valor biológico y propiedades nutritivas que presenta, brindando así al consumidor minerales, vitaminas, carbohidratos y grasa polinsaturada omega 3, el cual es un componente que no se produce por sí solo en el

cuerpo y es vital para el desarrollo de las características de la piel, la visión y el cerebro.

(p. 60)

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- La complementación del pan de centeno con harina de anchoveta influye significativamente en la aceptabilidad y contenido proteico.

1.5.2 Hipótesis específica

- La complementación del pan de centeno con harina de anchoveta influye significativamente en la aceptabilidad sensorial.
- La complementación del pan de centeno con harina de anchoveta influye significativamente en la caracterización fisicoquímica-proximal.
- La complementación del pan de centeno con harina de anchoveta influye significativamente en la calidad nutricional de las proteínas.

II. MARCO TEORICO

En el Perú la anchoveta (*Engraulis ringens*) es la especie que mantiene o preserva la industria pesquera más importante del país además de ser una de las principales del mundo. La pesquería de la anchoveta en nuestro país está destinada principalmente a la industria de consumo humano indirecto para la producción de aceite y harina de pescado, destinándose en los últimos años una producción menor a la industria de consumo humano directo debido a que ofrece productos de alta calidad, nutritivos, con valor agregado y saludables que contribuyen a la reducción de la desnutrición.

La harina de centeno (*Secale cereale*) es la segunda harina más usada para la elaboración del pan, posee una gran cantidad de propiedades que la hacen saludable entre ellas su alto contenido en fibra; su consumo ha demostrado mejorar el tránsito intestinal.

2.1 Anchoveta

Es un pez pelágico nerítico que forma parte de la familia Engraulidae, se ubica en la franja de la corriente peruana de aguas frías, la gran cantidad de renovación en las capas superficiales de nutrientes y su elevada productividad la caracterizan. Su distribución está asociada con salinidad de 0,345 a 0,351 ‰ y temperaturas de 15 a 21° C, en sentido vertical llega hasta profundidades de 80 m. Respecto a su distribución los límites geográficos abarcan el litoral chileno y peruano, entre Talcahuano 37°00'S y Punta Aguja 03°30'S y, divisándose el stock norte-centro del Perú entre los 07-16°S donde las mayores concentraciones se registran, el stock centro-sur de Chile, entre los 24-37°S y el stock sur Perú-norte de Chile, entre los 16-24°S . (Instituto del mar del Perú [IMARPE], 2014)

La gran concentración de sus cardúmenes además de su sensibilidad en la reproducción debido a las condiciones climáticas del mar y a su vulnerabilidad elevada a las condiciones de

actividad extractiva como captura de otras especies y redes hace que su pesquería sea única mundialmente. (Bouchon, 2018)

Es la anchoveta un recurso principal de las aguas peruanas, su pesca está destinada para ser materia prima principalmente para la fabricación de harina de pescado o para alimento balanceado para los mamíferos de los cuales luego se obtendrá productos cárnicos; esto debido a la gran cantidad de micronutrientes que no se hallan en otros principales alimentos. Respecto a su almacenamiento congelado o fresco, éste suele ser complicado por su elevado contenido de hemoglobina y grasa que facilitan los procesos oxidativos. (Solari-Godiño et al., 2017, p. 639)

La anchoveta se caracteriza por presentar minerales como el hierro, fosforo, potasio y calcio; por ser rica en vitaminas D y A, omega 3 EPA-DHA, ácidos grasos poliinsaturados, lisina y proteínas; además de otros esenciales aminoácidos. Por todo ello la anchoveta aporta un funcionamiento excelente de los órganos y células. La anchoveta contiene omega 3 convirtiéndolo en un recurso indispensable para las industrias internacionales para consumo humano. Los ácidos grasos del omega 3 EPA y DHA son de vital importancia para el sistema nervioso central en su desarrollo presentando efectos anti infecciosos y antiinflamatorio, mejoran la defensa del sistema inmunológico y ayudan a prevenir diferentes enfermedades coronarias. (Avila y Carbajal, 2018) Para la industria del consumo humano directo (CHD) en los últimos años se han diversificado los productos a partir de este recurso a través de las políticas del estado. Esto se debe a que la anchoveta es una excelente alternativa para combatir la desnutrición a través de productos enriquecidos con valor agregado, abriéndose puertas al mercado extranjero cumpliendo los requisitos de sanidad correspondientes. (Bouchon, 2018)

Tabla 1.*Composición proximal de Engraulis ringens*

100G. de filete crudo de aproximadamente	
Sales minerales	1.2 g.
Humedad	70.8 g.
Grasa	4.9 g.
Proteínas	21.9 g
Calcio	77.1 mg
Sodio	78.0 mg
Calorías	185.0 Kcal
Magnesio	31.3 mg
Potasio	241.4 mg
Omega 3 y 6	3.3 g

Nota. Tomada de “Corporación pesquera inca”, por Copeinca S.A.C, 2015.

El Diario El Comercio (2017) señala que el investigador del proyecto The Sea Around Us, Tim Cashion de la mano con Dirk Zeller, Fred LeManach y Daniel Pauly realizaron una publicación donde explican la oportunidad de la pesca de anchoveta para consumo humano y la situación de la pesca industrial. En su investigación detallan que el 27% de la pesca era destinada entre 1950 y 2010 era para consumo no humano. Todos los años el pescado es usado para la elaboración de aceite y harina, aproximadamente 18 millones de Tn cuando lo correcto es que se destine el 90% para consumo humano. Al convertir en harina los peces de calidad baja y luego por ejemplo el camarón o salmón en un producto con elevado valor económico adquiere sentido respecto a economía, pero no se maximiza la disponibilidad de estos para el consumo humano. Los pescados que se están elaborando o produciendo para ser harina de pescado son de vital importancia como proteína animal con gran calidad y aptos para consumo humano que se puede ingerir de forma directa.

2.1.1 Harina de pescado Anchoveta

Para la exportación y producción de harina de anchoveta, la sociedad nacional de pesquería (2018) indica que Perú es actualmente el primer productor mundial de harina de

pescado seguido de China, Tailandia, Estados Unidos y Chile, esto indicado por el Anuario Estadístico de IFFO. La anchoveta es la principal especie que se emplea para la elaboración de harina de pescado, convirtiendo a Perú en el principal productor de Harina de pescado, siendo China uno de los principales consumidores. (Cruz, 2014)

La harina de pescado elaborada con anchoveta destaca por su participación a nivel internacional con una participación en exportaciones del 35%, siendo Chile con el 15% el que se ubica en segundo lugar, haciéndola la actividad principal del sector. La demanda de este producto para principalmente usarla para alimento de animales está en Japón con 12% y China con 28% del total de las importaciones mundiales. (Cruz, 2014)

La harina de pescado es una industria perteneciente a un sector de grande dinamismo en el Perú, el aceite y la harina de pescado se elaboran generalmente con pequeños peces que en su mayoría no son consumibles, son oleaginosos, pequeños y huesudos; tales como el jurel, el capelán, lanzón, menhaden y la anchoveta, estos peces presentan aceite en su carne. La producción de harina ha logrado continuar pese a las diferentes crisis mundiales, esto debido a que forma parte importante de la cadena alimenticia y es un recurso que forma parte de la producción de otras especies como la tilapia, camarón, ganado, cerdo, entre otros que son para consumo directo. China es el país que destaca por su presencia mundial en el sostenimiento del mercado de la harina de pescado pues es la más fuerte economía a nivel mundial, y el consumo de harina esta respecto al total de la producción, alrededor del 60%. (Cabana, 2018)

Según la Organización Mundial de Ingredientes Marinos (IFFO) el promedio de la composición de la harina de pescado está compuesta por 5% y 12% de grasa, 60% y 72% de proteína y un máximo de humedad del 9%; permitiéndole estabilidad, manipulación y almacenamiento al largo plazo. Entre los beneficios resaltantes para los consumidores se tiene

los ácidos grasos poliinsaturados esenciales como el Omega 3, EPA, DHA, además de su fácil digestibilidad de proteínas. (Sociedad nacional de pesquería [SNP], 2018)

Tabla 2.

Valor nutricional de harina de anchoveta

Componentes	Promedio %
Proteínas %	60-72 %
Grasas	5-12 %
Humedad	9 %

Nota. Adaptada de “Harina de pescado: Perú lidera su producción mundial”, por SNP, 2018.

Con la idea firme de lograr el consumo de la harina de anchoveta y aprovechar sus propiedades se han desarrollado nuevas ideas o innovaciones para su consumo, siendo el pan la mejor opción con la sustitución de la harina de trigo con cualquier otra especie de cereal como puede ser el centeno complementado con la harina de pescado. Cabe mencionar que es el pan acompañado con otros productos frescos los que presentan mayor frecuencia de consumo y compra.

2.2 Centeno

El centeno (*Secale cereale L.*) se ubica dentro de la familia Poaceae, se cultiva en suelos arenosos e infértiles y es resistente al clima húmedo y frío, por ello es considerado un cereal rustico. Se cultivo se da principalmente en Alemania, Rusia, Ecuador (lado Sierra) y Polonia. (Fernández, 2017)

El área cultivada y producción mundial disminuyó considerablemente en el último medio siglo y actualmente se ubican en aproximadamente 6 Mha y 15 Mt, respectivamente (promedio 2008–12). El centeno es el segundo después del trigo para la producción de pan, el grano contiene los niveles más altos de fibra entre todos los cereales. El centeno también se utiliza como cultivo de pastoreo o forraje y para ensilaje, también es importante en la

producción de alimentos mixtos para ganado y como materia prima para la destilación de whisky de centeno. (Sapirstein y Bushuk, 2016) En 1986 se registró 14.4 millones de hectáreas cultivadas según FAOSTAT respecto al cultivo mundial del centeno, para el año 2016 se redujo 4.4 millones (71%). A través de una mejora en las practicas agronómicas con rotación de cultivos, aplicación de fertilizantes químicos, desarrollo de cultivares de elevado rendimiento y no uso de tierras infértiles se compensó la reducción con un aumento en el rendimiento. La mayor producción de centeno conocido como centeno invierno se realiza como cultivo anual, siendo en otoño su siembra. Éste debido a su resistencia al frio puede cultivarse sin problema en zonas en las que el clima es demasiado severo para el trigo o la cebada de invierno. (FAO, 2018)

Se han utilizado diferentes escenarios de estudio para investigar los efectos sobre la salud del grano entero de centeno. Se han realizado numerosos estudios observacionales en el área de grano integral y salud. Todos concluyeron que el consumo de alimentos de grano entero puede ser beneficioso en la prevención de enfermedades, incluidas las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo 2 y ciertos tipos de cáncer, principalmente el cáncer colorrectal. Sin embargo, la evidencia sobre factores de riesgo de enfermedad basados en intervenciones dietéticas humanas no es tan clara. Ya que, a partir de estos metaanálisis de estudios de cohortes, se puede afirmar claramente que los alimentos integrales son uno de los factores dietéticos más relevantes para la prevención de enfermedades no transmisibles. (Göran - Andersson et al., 2018)

En lo referente a las características beneficiosas que presenta el centeno en la alimentación, está demostrado que ayuda a sentir saciedad. Al consumir el pan hecho de este cereal sentirás el estómago lleno, sin hambre por un largo periodo de horas, considerando también que aporta una gran cantidad de fibra. El centeno tiene la capacidad de adsorber agua

lo que hará que se expanda y suprima el apetito. Consumir este cereal en el desayuno aporta energía para el día debido a que su consumo mantiene los niveles de azúcar adecuados en la sangre, haciéndolo óptimo para las personas diabéticas. (Rúa-Sepúlveda-et al., 2020)

El grano de centeno posee más fibra respecto al trigo y otros cereales, esta fibra reside en las paredes celulares del tejido como polímeros solubles e insolubles en agua, ese componente de la fibra junto con su composición y propiedades funcionales relacionadas para la salud o propiedades para el procesamiento, por ejemplo la elaboración de pan son las principales características distintivas del centeno en comparación con otros granos de cereales el principal componente químico es la fibra de centeno es una fracción de polisacárido que a menudo se denomina arabinosilanos y, a veces, pentosanos debido a su composición de los azúcares de cinco carbonos, arabinosa y xilosa. Tradicionalmente, esta fracción se llamaba hemicelulosa un término que ahora se usa con poca frecuencia, los pentosanos son el principal componente químico distintivo del centeno en comparación con otros granos de cereales. (Sapirstein y Bushuk, 2016)

Tabla 3.

Composición proximal de Secale cereale L.

Composición centesimal del centeno (100g en base seca)	
Azúcares libres	6.3
Almidón	63.4
Ceniza	1.7
Fibra dietética	16.1
Grasa	1.5
Proteína (Nx5.7)	8.3

Nota. Tomada de “Evaluación del efecto de la masa madre elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de centeno (*Cecale cereale*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el pan francés”, por Aguirre, 2020.

2.2.1 Harina de centeno

Referente a la obtención de harina de centeno. Requena (2013) indica que su extracción es por molturación de los granos de centeno obteniéndose harinas integrales hasta blancas a diferentes grados de extracción, inclusive en una de ellas el grano queda entero prácticamente. Para la fabricación de masa madre y pan es el polvo de bayas molido de centeno o granos de pasto de centeno lo que se utiliza debido a que otorga un distintivo sabor en la harina; además de aportar también un alto contenido mejorado de nutrientes en comparación con la harina de trigo. En la molienda del grano se obtienen dos tipos de harina; ambas (la primera de harina oscura y la segunda de harina blanca) presentan un característico sabor propio del grano, sin embargo, hay una diferencia importante después del procesamiento para su obtención y es la cantidad de salvado que resta en la harina, esta cantidad aumenta el valor nutricional. (Bakerpedia, 2020)

Tabla 4.

Composición proximal de la harina de centeno

Componentes	Centeno
Proteínas %	8,2
Carbohidratos %	75,9
Fibra %	11,7
Grasa %	1,7
Ceniza	1,7
Energía (kcal/100 g)	333

Nota. Tomada de “Comparación Físico- Química y reológica de Harinas de Trigo, Centeno y Triticale en elaboración de pan”, por Anticon, 2015.

Al transformar el grano de centeno en alimento para consumo humano además, el paso de procesamiento primario es moler el grano en harina, lo que básicamente implica dos operaciones de procesamiento de varios pasos, es decir, un sistema de ruptura y reducción el sistema de ruptura abre el grano utilizando rollos corrugados para separar el salvado del endospermo e involucra un poco de molienda adicional del endosperma en harina, mientras

que el sistema de reducción básicamente consiste en reducir a la harina, las llamadas partículas intermedias del endospermo más o menos puro. A pesar de algunas diferencias significativas entre la estructura física del centeno y la del trigo, los procesos de molienda para los dos granos son similares. El pan y otros productos horneados son los principales alimentos producidos a partir de centeno, entre los principales productos horneados se tiene el pan 100% hecho de harina de centeno, se tiene también el pan de trigo y centeno con al menos 50% de éste, por último el de trigo que es pan de centeno con al menos 50% de harina de trigo y 10% de harina de centeno. (Sapirstein y Bushuk, 2016) Respecto a los nutrientes se sabe que la harina de trigo se consigue del endospermo, pero para lograr conservar todos los nutrientes posibles en la obtención de harina de centeno se debe separar cuidadosamente el germen y el salvado de endospermo debido a su dificultad durante la molienda. (FAO, 2018)

2.3 Trigo

El trigo (*Triticum aestivum L.*) perteneciente a la familia de las gramíneas es planta no perenne que produce conjunto de frutos modificados en una espiga terminal se agrupa o junta con su sola semilla pudiendo ser cultivada o silvestre. Su origen viene desde la civilización mesopotámica entre los valles de Éufrates en el Medio Oriente y de los ríos Tigris. La fermentación del trigo fue descubierta por los egipcios y la emplearon para elaborar sus alimentos. (Zapata, 2019)

Respecto a las características botánicas del trigo, Chanta (2018) señala que al inicio los tallos son duros/macizos y conforme van creciendo los entrenudos que lo rodean se ahuecan, sin embargo, los nudos durante toda la vida de la planta son macizos. Si la fertilidad que presenta el suelo, fecha de siembra, temperatura y numero de plantas por unidad de área es la adecuada, entonces la capacidad de macollamiento será optima. Dependiendo también del cultivar y la fertilidad que presente el suelo, su sistema radicular podría llegar hasta el metro,

la mayoría solo llega hasta los 25 cm terminando su crecimiento al final del encañado. Las hojas se caracterizan por ser paralelinervias alternas, lanceoladas y hecho por limbo y vaina, naciendo la primera hoja del último nudo del tallo que enreda a la espiga (hoja bandera). La espiga, inflorescencia está formada por un raquis con bastantes nudos donde se colocan las espiguillas las cuales por dos glumas (también conocido como brácteas) son protegidas; la espiguilla está compuesta por un numero variables de 2 a 5 de fértiles flores, dependiendo de las condiciones de cultivo y la variedad. La flor está constituida de tres estambres y un pistilo. El fruto es una cariósida compuesta por el endospermo (albumen) formado por el gluten y el almidón, la espermodermis (afrecho /salvado) y el pericarpio, que produce el embrión (o germen localizado en el extremo inferior del grano) y la harina; con gran cantidad de vitamina E, fosfolípidos, ácido linoleico y otros elementos de gran valor para el organismo del hombre que no logra sintetizar.

Para la producción del trigo, Cutipa (2014) señala que la demanda internacional del cultivo no logra ser cubierta en un 90%, importándose de Argentina, Rusia, Paraguay y Estados Unidos. Según reveló un informe de la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), en los últimos seis años ha aumentado a una tasa promedio anual de 1.8% la producción nacional de trigo. Por ejemplo, para el 2008 se producía 206.900 TM y para el 2013 se logró una producción que alcanzó las 230.000 TM, siendo los departamentos con mayor producción (59%) Arequipa, Cajamarca, La Libertad, y Ancash. Pese a ello, el cultivo de trigo nacional que se emplea para la elaboración de harina, galletas, pan, entre otros productos no logra ser cubierto. Las importaciones del año 2013 realizadas fueron de 1'805,092 TM teniendo un valor de US\$ 626 millones, 6.4% mayor al volumen que se importó del año 2012. Entre las principales empresas que importaron se tiene a Molinera Inca S.A., Alicorp S.A., Molitalia S.A. y ContiLatín del Perú S.A según indica el (SIN), representando el 62.6% de todo el volumen importado. Por otra parte, el informe del SNI afirmó que a nivel América latina el Perú viene a ser el cuarto

país con mayor consumo per cápita de trigo, con 63 Kg en consumo promedio anual por persona.

Tabla 5.

Composición proximal de Triticum aestivum L.

Características	Por 100g de porción
Energía (kcal)	375
Agua (g)	6.1
Proteína (g)	8-16
Potasio (mg)	130
Fibra (g)	3.4
Hidratos de carbono (g)	70-75
Calcio (mg)	15
Lípidos (g)	1.2
Vitamina B (mg)	0.15
Hierro (mg)	1.1
Fosforo (mg)	120
Magnesio (mg)	28

Nota. Tomada de Fundación española de nutrición (FEN), 2020.

Para Villanueva (2014) en la actualidad para la alimentación de todos los días de los seres humanos se transforman más de 600 millones de toneladas. El trigo es un alimento que no presenta estabilidad en la obtención de harina respecto a las propiedades y condiciones de la materia prima, siendo el patrón del suelo, el clima, especie de cereal, almacenamiento, condiciones de recolección y molienda los factores que influyen en las alteraciones y/o cambios afectando los atributos, calidad y rendimiento del producto horneado final.

2.3.1 Harina de trigo

Se conoce que el trigo es uno de los cereales con mayor consumo mundial, proveniente del latín Triticum (quebrado-triturado) que significa la eliminación de la cascarilla del grano de trigo. Desde la antigüedad para poder obtener harina de trigo y elaborar panes se han utilizado métodos convencionales que consistían en machacar con dos piedras planas el grano; fue en Egipto donde se optimizaron los procesos de panificación, 2000 a.C. Luego en Roma

150 a.C. se empezó a producir panes variados dependiendo la condición social, los panes más oscuros eran para los campesinos y prisioneros; los panes blancos eran para los gobernantes que había en esa época. (Morales, 2015)

La harina de trigo es utilizada con mayor frecuencia para la elaboración o fabricación de galletas, pan, pasta, entre otros; esto se debe a su gran característica de permitir la formación de gluten otorgando así al producto elasticidad y plasticidad, facilitando poder otorgarle a la pasta una determinada forma. A su vez al absorber vapor de aire y agua permite a la levadura actuar logrando que esta se infle. (Ordoñez y Oviedo, 2010)

Tabla 6.

Composición proximal de la harina de trigo

Fibra %	2.09-4.23
Ceniza %	1.60-1.72
Proteína %	11.93-12.93
Humedad %	9.77-11.01
Grasa %	0.05-0.13
Carbohidratos %	66.31-74.3

Nota. Adaptada de “Efecto de la inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la fabricación de pan con miga enriquecida.”, por Coral y Gallegos (2015), como se citó en Nieto, 2023.

2.4 Panificación y métodos

Rivadeneyra y Zuloaga (2019) señalan que el pan viene a ser un alimento básico del día a día y que se obtiene cociendo el grano molido o mezcla de harina, leche o agua y otros ingredientes adicionales. La harina a emplear puede ser de trigo como de centeno, quinua, maíz, soja, arroz o cebada. El pan puede ser con ácido o levadura, dependiendo de los ingredientes a utilizar. Para el segundo se procede a lograr la fermentación (volumen del pan), para lo cual se mezcla la levadura con los otros ingredientes que vienen a ser azúcar, grasa, harina, sal y el líquido; es la levadura la que realmente actúa en la fermentación generando pequeñas burbujas de dióxido de carbono en la masa obtenida haciéndola ligera.

Tabla 7.*Composición proximal del pan*

Composición	Base húmeda %	Base seca %
Proteína	9.77	24.14
Humedad	27.22	0
Fibra	1.39	2.66
Grasa	9.77	2.66
Ceniza	1.36	2.80
Carbohidratos	59.56	68.82

Nota. Tomada de “Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y fortificado con hierro hemínico”, por FAO (1983), como se citó en Rivadeneyra y Zuloaga, 2019.

Uno de los alimentos más consumidos desde tiempos antiguos es el pan, el cual es elaborado a partir de la harina de trigo y es a través del proceso de panificación que se busca conseguir un producto rico y esponjoso al paladar. Las técnicas en el proceso de panificación varían dependiendo el amasado, formación-desarrollo del gluten, mezcla e incorporación de aire. La calidad del producto final va a ser obtenida de las etapas del proceso y la subdivisión de la masa. (Parra y Valencia, 2017)

Con lo mencionado Parra y Valencia (2017) señala: Prácticamente se disponen principalmente de dos métodos o técnicas para la producción de pan.

- El método directo es el que se caracteriza por la utilización necesaria y aplicación de levadura comercial, suele ser el menos frecuente. En este método se requiere que la masa repose por un periodo de 45 a 60 minutos antes de la división. No se suele recomendar en procesos mecanizados que cuenta con división automática volumétrica.
- El método esponja, también conocido como poolish es el más frecuente y conocido universalmente para la elaboración o producción de pan francés y principalmente en la de pan de molde. El método consiste en preparar una masa líquida con el 30 a 40% del

total de la harina (esponja), el total de la levadura comercial y agua (la misma cantidad de Kg usado de harina). Se deja reposar unas horas, luego se agrega la harina y el agua restante. Finalmente, se continua con el método directo.

Tabla 8.

Criterios fisicoquímicos del pan – Ministerio de salud

Producto	Parámetro	Límites máximos permisibles
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40 % - Pan de molde 6 % - Pan tostado
	Acidez (expresado en ácido sulfúrico)	0.5 % (base seca)
	Cenizas	4.0 % (base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette y similares)	Humedad	23 % (mín.) - 35 % (máx.)
	Acidez (expresado en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua

Nota. Tomada de “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería”, por MINSA, 2011.

2.5 Pan de centeno

El centeno tiene como gran ventaja en condiciones climáticas bastante desfavorables a diferencia de la harina de trigo en producir cosechas pese a ser un 5% menos. La producción de harina de centeno es usada principalmente en la elaboración del pan, acompañada también con otros tipos de harinas, logrando obtenerse un pan rico en contenido nutricional gracias a su fuente optima de fibra, minerales proteínas y carbohidratos; además de poseer buenas características organolépticas. (León, 2019) Una característica resaltante en contrastación con la harina de trigo es que la actividad enzimática (enzimas) es mayor en la harina de centeno, es por ello por lo que constantemente en la cocción se transforma en otros azúcares la mayoría del almidón, dando como resultado que la miga sea húmeda y difícil de cocer. Otra característica de la harina de centeno es que su almidón gelatiniza más rápido que el de trigo, o sea que se gelifica a baja temperatura de 55 a 65°C; a esta temperatura se encuentra al máximo

la actividad de la alfaamilasa. Si la acción licuante de la amilasa se extiende por periodo prolongado de tiempo, el pan de centeno será pensado con una miga húmeda de poco volumen. (Ordoñez y Oviedo, 2010)

La característica principal de la panificación del centeno es que es con poco o sin gluten, su masa es rígida, pegajosa, pastosa y viscosa, con difícil manipulación de sus proteínas en comparación con la del trigo. No presenta la propiedad de formar una masa elástica ni un conjunto continuo. Sin embargo, las pentosas del centeno presentan una excelente retención de gas en la masa. Otra característica del pan de centeno es que son duros y densos; para el pan ácido de centeno el enmohecimiento no es un problema mayor como si ocurre con el pan de trigo, además es resistente a hongos. (Knudsen, 1995, como se citó en Aguirre, 2020) Para Ordoñez y Oviedo (2010) en la fabricación del pan de centeno, debido a su bajo contenido en gluten, es frecuente sumar un 50% de harina de trigo para favorecer el proceso de fermentación.

Respecto a las características del pan de centeno y sus propiedades, Rúa-Sepúlveda-et al. (2020) señala que esta elaborado de harina de centeno, presenta una agradable apariencia y tiene una miga oscura comparado a cualquier pan clásico, conocido también como pan negro. Presenta una variada cantidad de nutrientes entre ellos las vitaminas, magnesio, fibra, fósforo y minerales. Entre sus beneficios destaca la capacidad de aumentar la eficiencia del sistema digestivo y ayudar a perder peso, además reduce el riesgo de tener diabetes, piedras biliares, presión en la sangre, reducción de enfermedades cardiovasculares, protección de diferentes tipos de cáncer y reducción de asma en los niños.

Otros aportes y beneficios sostenidos por Ordoñez y Oviedo (2010) es que el pan de centeno presenta mayor consumo comparándose con el pan de trigo por su presencia en sales minerales como el fósforo, calcio, potasio, sodio, hierro, flúor y yodo; además de su gran aporte calórico. El pan de centeno es altamente recomendado para consumo de personas diabéticas debido a que reduce la absorción de azúcares simples.

2.6 Diseño de mezclas

Para Montgomery (2004), como se citó en Tolentino (2023) se debe considerar que los factores son los ingredientes o componentes de una mezcla en los experimentos que se hacen con mezclas por ello no son independientes sus niveles. Se conoce que varios o muchos de los productos se encuentran conformados por la mezcla de dos o más ingredientes, de forma general una o más características de cada uno de los productos son de interés del experimentador interesado y responsable de la mezcla de estos ingredientes. (Cornell, 2002, como se citó en Tolentino, 2023)

Para un diseño de mezclas se cree que la respuesta medida es dependiente únicamente de los porcentajes o proporciones de los ingredientes empleados en la mezcla y no de la cantidad de esta última. De igual forma se recalca que la característica diferencial de un diseño de mezclas es que los factores manejables o independientes representan cantidades proporcionales de la mezcla, en lugar de cantidades no circunscritas a ella considerando que las proporciones son por fracción molar, por peso o por volumen. Las proporciones están expresadas como fracciones de la mezcla y son no negativas debiendo sumar la unidad, principalmente si éstos son los únicos ingredientes en las diferentes mezclas a ser estudiados. (Cornell, 2002, como se citó en Tolentino, 2023)

Algunos softwares como Minitab o Statgraphics ofrecen 3 diseños: centroide simplex, reticular o lattice simplex y vértices extremos.

2.7 Evaluación sensorial

A diferencia de las pruebas analíticas que son orientadas al producto, las pruebas de consumidores tienen que ser hechas por personas, las cuales formen en conjunto un grupo representativo de la población (consumidores potenciales o reales) del producto evaluado.

Adicionalmente, los consumidores no deben haber sido entrenados para el análisis sensorial ni haber realizado ninguna prueba analítica. Las muestras deben ser evaluadas de forma global por los consumidores debiendo responder la pregunta ¿Qué producto prefiere? o ¿Cuánto le gusta el producto?, por lo que no tendría sentido que las personas fuesen entrenadas para detectar en el alimento alguna característica específica. (Lage, 2006, como se citó en Tolentino, 2023)

Para Lage (2006), como se citó en Tolentino (2023) existen 2 tipos de pruebas que se realizan a los consumidores. Una de ellas es la prueba de preferencia donde se realiza una elección entre productos. La otra prueba es la hedónica, donde se valora (estima) la satisfacción que producen los productos.

Para Liria (2007), como se citó en Tolentino (2023), de forma reiterada se confunden los términos aceptabilidad con preferencia, teniendo estos significados diferentes. Al hablar del término preferencia se refiere al gusto o disgusto de varios productos y la elección en base a ello; es una elección entre dos o más productos (conjunto de alternativas); al usarse dos productos se considera prueba pareada y se llama prueba de ranking cuando son dos o más productos. El término aceptabilidad viene a ser el grado de gusto o disgusto de un producto realizado por una persona basándose en una escala de medición y comportamiento.

Debido a que se basa en el análisis estadístico, el análisis sensorial es considerado una ciencia cuantitativa. Por ello, los datos cuantitativos son necesarios y obligatorios en las pruebas de análisis sensorial para la aplicación de métodos estadísticos y llegar a conclusiones científicas. Para esta cuantificación sensorial existen 4 formas diferentes siendo estas escalas de intervalos, ordinales, proporcionales y nominales (Lawless y Heymann, 1998, como se citó en Tolentino, 2023). Considerando esta clasificación, para las pruebas de consumidores las escalas más utilizadas son:

- Escala gráfica lineal, ésta escala pertenece a la categoría de escalas de intervalos que definen el mínimo y máximo a través de una recta horizontal de dimensiones conocidas con amarres verbales en los extremos. Estos amarres verbales para las valoraciones hedónicas suelen ser “me disgusta” y “me gusta”, aunque pueden ser también “me disgusta muchísimo” y “me gusta muchísimo”. Para realizar su valoración el juez realiza una marca vertical. (Lage, 2006, como se citó en Tolentino, 2023).
- Escala de categorías o también conocida como escala de 9 puntos, esta escala hedónica consiste en posibles respuestas pertenecientes a diferentes grados de satisfacción que se hallan en una lista ordenada. Estos grados de satisfacción se encuentran equilibradas presentando un punto neutro, siendo el consumidor el que marca la respuesta que mejor represente su opinión respecto al producto. Para el caso de niños las respuestas pueden ser figuras, etiquetas verbales, números enteros. Las escalas que utilizan números enteros ya no son muy usados debido a que han sido observadas por su introducción al sesgo pareciendo que los consumidores tienen preferencia por algunos números respecto a otros. (Giovanni y Pangborn, 1983, como se citó en Tolentino, 2023).

2.8 Índice de calidad proteica

La digestibilidad con aproximación al 80% y la cantidad de aminoácidos esenciales determinan la calidad de la proteína; son la carne y la leche quienes presentan los valores máximos para este parámetro cercanos al 100%. Para la evaluación de la calidad de proteína se emplean parámetros como el puntaje, el cual es la relación entre los miligramos recomendados de aminoácidos para cada grupo de edad y los miligramos de aminoácidos que aporta el alimento. Otro parámetro es el índice de calidad proteica, el cual es la relación de los requerimientos de proteína con el aminoácido limitante en sujetos de la misma edad (Romo et al., 2006, como se citó en Tolentino, 2023).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

El actual trabajo de investigación es de tipo aplicada, ya que es caracterizada porque busca la utilización y/o aplicación de los conocimientos adquiridos para solucionar el problema.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El actual trabajo de investigación tiene un nivel experimental, esto se debe a que se conseguirá la información de la actividad intencional realizada y que se halla dirigida a cambiar la realidad con el fin de crear el fenómeno que se indaga para luego observarlo y estudiarlo.

3.3 Variables

- Variable independiente
 - Porcentaje harina de anchoveta.
 - Porcentaje harina de centeno.
 - Porcentaje harina de trigo.
- Variable dependiente
 - Aceptabilidad general del pan con harina de centeno y harina de anchoveta.
 - Contenido proteico del pan con harina de centeno y harina de anchoveta.

3.4 Población y muestra

Las muestras son los panes elaborados en los que se sustituyó la harina de trigo por la harina de centeno y harina de anchoveta, como primera muestra se tuvo los 10 tratamientos obtenidos, como segunda muestra se tuvo el tratamiento optimizado.

Dichos panes fueron presentados a una población de escolares del colegio Ricardo Palma del distrito de Surquillo, rango de edades de 5 a 17 años, con lo que se determinó el grado de aceptabilidad general, de acuerdo con la metodología descrita en el punto 3.6.2.

3.5 Instrumentos

3.5.1 *Materia prima e insumos*

Para elaborar el pan de centeno complementado con harina de anchoveta los principales ingredientes son:

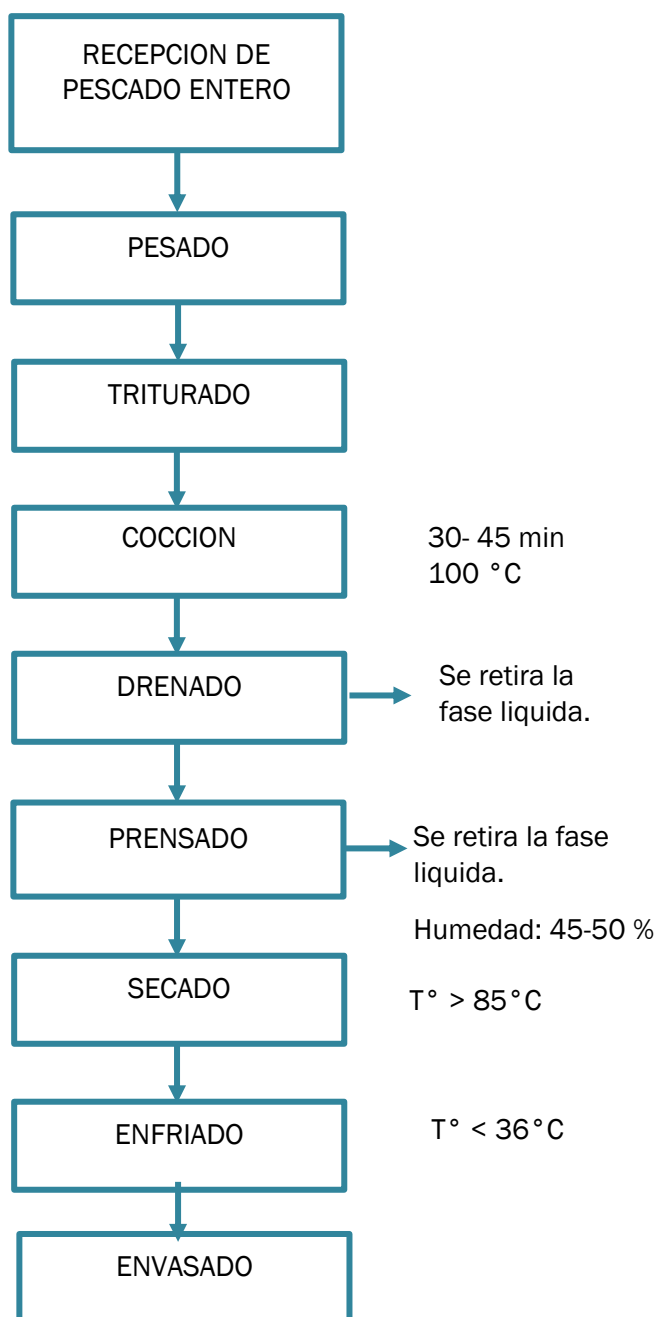
- Harina de centeno: obtenida de la empresa Biobodega Las Vacas E.I.R.L.
- Harina de anchoveta: obtenida de la empresa Austral Group S.A.A. (ver Fig.1)
- Harina de trigo: obtenida del mercado N°2 de Surquillo.
- Agua potable
- Sal: obtenida del mercado N°2 de Surquillo.
- Azúcar: obtenida del mercado N°2 de Surquillo.
- Levadura: obtenida del mercado N°2 de Surquillo.

3.5.1.1 **Análisis de % de proteínas**

- Harina de anchoveta: 68.2%, 988.05 (AOAC, 2019).
- Harina de centeno: 11.7%, 920.87 (AOAC, 2019).

Figura 1.

Diagrama de flujo obtención de harina de anchoveta



Nota. Adaptada de “Austral Group S.A.A.”, 2023.

3.5.2 Producto terminado

3.5.2.1 Prueba sensorial (aceptabilidad general)

Se empleó la prueba del grado de aceptabilidad general con una escala hedónica de categoría de 5 niveles. Los jueces o consumidores no requirieron de entrenamiento, solo que fueran consumidores del tipo de producto, como requisito. La cantidad de jueces o consumidores a emplear es de 90, siendo este un rango de 5 a 17 años.

3.5.2.2 Pruebas fisicoquímicas

Listado de pruebas de análisis realizados al producto terminado (pan).

- Humedad mediante los métodos 925.10 / 930.15 (AOAC, 2019).
- Proteína mediante los métodos 920.152 (AOAC, 2019).
- Grasa mediante los métodos 922.06 (AOAC, 2019).
- Cenizas mediante los métodos 930.05 y 942.05 (AOAC, 2019).
- Carbohidratos por diferencia MS-INN Collazos 1993.
- Fibra cruda de acuerdo con la NTP 205.003: 1980 (revisada el 2011).
- Acidez de acuerdo con la NTP 206.008: 1976 (revisada el 2019).
- Hierro mediante el método 985.35 (AOAC, 2019).
- Energía total por calculo MS-INN. Collazos 1993.
- Detección de bromato (cualitativo) mediante los métodos 956.03 (AOAC, 2019).

3.5.2.3 Prueba de calidad de proteína

A. Calculo teórico para la digestibilidad

Según Conjunto FAO/OMS/UNU, 1985, como se citó en Tolentino (2023) indica que el procedimiento es el siguiente:

De acuerdo con el porcentaje proteico, hallar de cada alimento los gramos de proteínas P que aporta cada uno, seguidamente, hallar la cantidad total de proteínas presente en la mezcla

a través de la suma de las cantidades de proteínas obtenida por cada alimento, posteriormente a través de fuentes bibliográficas obtener la digestibilidad proteica teórica D que corresponde a cada alimento de la mezcla; finalmente con las cantidades de proteínas de cada alimento o componente, realizar un promedio ponderado de la digestibilidad teórica aplicando la siguiente formula:

$$\text{Digestibilidad de la mezcla} = (P1*D1+P2*D2+...+Pn*Dn)/(P1+P2+...+Pn)$$

B. Computo aminoacídico (C.A.) y PDCAAS

Según Conjunto FAO/OMS/UNU, 1985, como se citó en Tolentino (2023) indica que el procedimiento es el siguiente:

- Con los porcentajes de proteínas de cada componente, hallar cantidad de proteína en gramos de cada componente de la mezcla.
- Hallar la cantidad total de proteínas de la mezcla, después de sumar el aporte proteico que hace cada componente.
- Se procede a multiplicar la cantidad de proteína de cada componente con su aporte aminoacídico correspondiente. Con ello se halla la cantidad de aminoácidos, considerando la metionina, lisina, el triptófano y la treonina, que cada componente aporta a la mezcla,
- Luego se obtiene la suma total para cada aminoácido considerado. Obtenido con anterioridad las cantidades de aminoácidos aportados por cada componente para la metionina, lisina, el triptófano y la treonina.
- Se procede a obtener, para cada uno de los aminoácidos considerados, el cociente de la cantidad total de aminoácidos con la cantidad total de proteínas en la mezcla.
- El computo aminoacídico se determinará dividiendo el valor obtenido en el paso 5 con el patrón de referencia aminoacídico (considerando el grupo de edad escogido),

repitiendo el procedimiento para cada aminoácido elegido. Considerar que puede haber más de un aminoácido limitante y se debe tener en cuenta como primera limitante el de menor valor.

- Finalmente, el PDCAAS o Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score se obtiene multiplicando el computo aminoacídico C.A con la digestibilidad ponderada obtenida.

3.6 Procedimientos

3.6.1 Procedimiento de elaboración del pan

Se utiliza el método directo, proceso de un solo paso donde se mezclan todos los ingredientes juntos. (ver fig. 2)

Tabla 9.

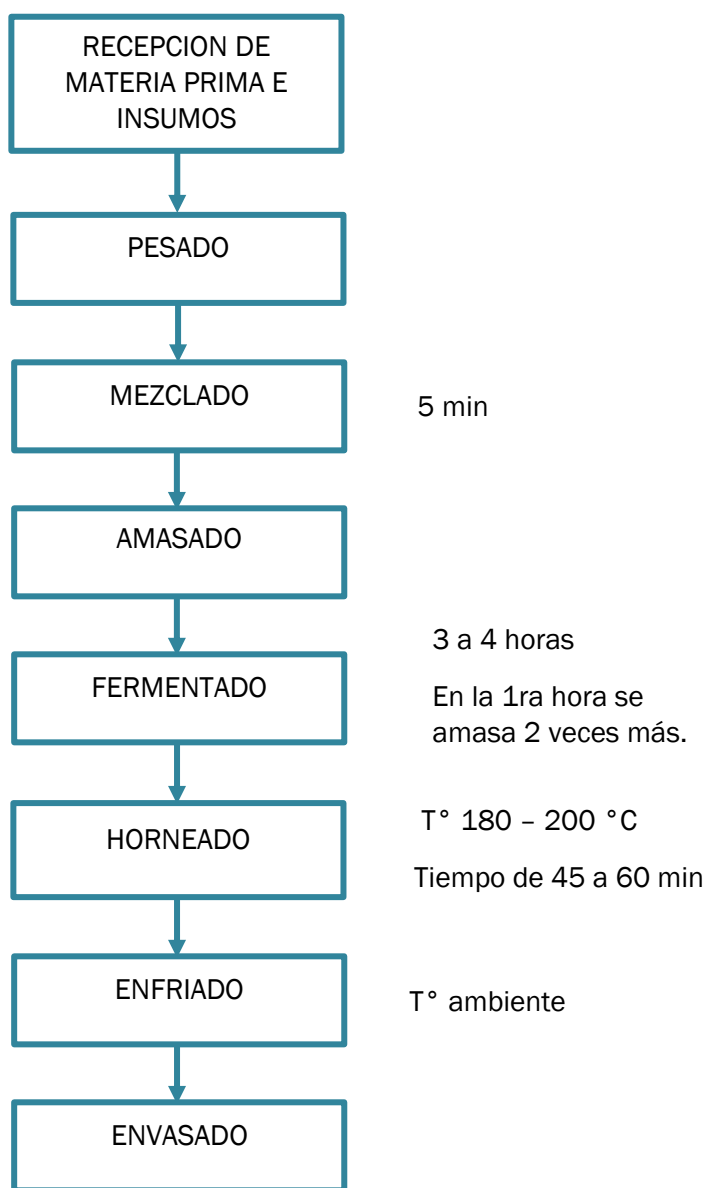
Composición propuesta para el pan de centeno complementado con harina de anchoveta

Ingredientes	Porcentaje
Harina de anchoveta	
Harina de centeno	100%
Harina de trigo	
Agua	80%
Azúcar	3%
Sal	2%
Levadura	5%

Para la preparación del producto final, los porcentajes de insumos (agua, sal, levadura y mejorador) se calculan en base a la cantidad de masa (harina de centeno, trigo y anchoveta).

Figura 2.

Diagrama de flujo tentativo del pan de centeno con harina de anchoveta



Nota. El procedimiento o diagrama de flujo para la elaboración del pan se determinó realizando pruebas preliminares en control de tiempos y temperaturas.

3.6.2 Evaluación de aceptabilidad general

Se procederá a realizar una prueba hedónica o entrevistas al azar a una población de estudiantes, pretendiendo conocer la opinión de la aceptabilidad general del producto.

Respecto a las pruebas de preferencia/aceptabilidad para Liria (2007), como se citó en Tolentino (2023) se necesitan entre 75 a 150 panelistas, los cuales son elegidos por ser conocedores del producto y conocer características del mismo. Para Gonzáles (2006) el diseño estadístico a emplear es el de bloques incompletos balanceados (BIB), esto debido que cada panelista no podría evaluar el total de los tratamientos, sin embargo este diseño permite un arreglo de modo que todos los tratamientos va a tener igual número de réplicas y que cada par de tratamientos presente en el mismo bloque un número igual de veces en algún lugar del diseño y el balance obtenido con el mismo número de ocurrencias de todos los pares de tratamientos en el mismo bloque tiene como resultado una precisión igual en todas las comparaciones entre los pares de medias de tratamiento.

Por ello, las formulaciones obtenidas se evaluarán mediante la variable “aceptabilidad general (AG)” donde haremos la prueba mediante la Escala Hedónica a 90 estudiantes del colegio Ricardo palma del distrito de Surquillo con rango de edades entre 5 a 17, quienes evaluarán los diferentes tratamientos de pan indicando cuánto les agrada utilizando los 5 niveles establecidos en la encuesta. Aplicando el diseño de BIB, cada estudiante evaluará solo 3 tratamientos de los 10.

La escala de evaluación caracterizada de la siguiente forma: “Me gusta mucho”: 05 puntos, “Me gusta poco”: 04 puntos, “No me gusta ni me disgusta”: 03 puntos, “Me disgusta poco”: 02 puntos, “Me disgusta mucho”: 01 punto.

Las 3 muestras (que se encuentran rotuladas con F1 al F10) correspondientes se servirán en platos descartables. A las puntuaciones emitidas por parte de los panelistas se les procederá a realizar el análisis de los datos recolectados respecto a la aceptabilidad sensorial.

3.6.3 Determinación de proteínas por el método Kjeldahl

Respecto a la obtención del contenido de proteínas presente en el alimento, para el correcto procedimiento, Fabian (2012) señala:

- Se coloca en el balón de Kjeldahl con precisión de 0,1 mg la masa hallada de 10 gramos de la muestra molida.
- Se procede a mezclar en el mortero 0,5 de sulfato de cobre con porción 20 a 1 y 10 g de sulfato de potasio o sodio, obteniendo así de 10 gramos de masa catalizadora. Se agrega en el balón estos 10 gramos y 30 cm³ concentrados de ácido sulfúrico.
- Luego en posición inclinada se procede a colocar el balón y suavemente es calentado hasta lograr desaparecer la espuma.
- La mezcla obtenida es llevada a ebullición hasta lograr que quede limpia la solución manteniendo durante 30 minutos el calentamiento.
- Se procede a enfriar el aire agregando agua 200cm³ hasta lograr ver de forma externa que se encuentre a temperatura ambiente.
- Se agrega 70 cm³ de solución de hidróxido de sodio con cualquier agente activo mencionado.
- Se procede a conectar el refrigerante y la trampa con el balón de forma rápida, se mueve el balón para lograr mezclar el contenido y luego se sumerge en la base del refrigerante en el Erlenmeyer (el cual contiene solución de ácido clorhídrico o sulfúrico 0.1 N).
- Se calienta hasta lograr 150 cm³ de destilado de amoníaco.

- Se agregan 2 gotas de rojo de metilo para valorar el exceso de la solución de ácido con la solución alcalina de hidróxido de potasio o sodio valorado. Se puede corregir con un ensayo en blanco usando los reactivos, los resultados.
- Posteriormente se halla en la muestra molida el contenido de humedad usando el método correspondiente.
- Finalmente, la cantidad de proteínas totales es expresado en por ciento de masa de muestra, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$P = (0,0014 V_2 f_2 - V_1 f_1 \times F \times 10\,000) / (M \times (100 - H))$$

Donde, P: contenido de proteínas por 100 g de muestra seca. V₂: volumen de la solución en cm³ de ácido sulfúrico 0.1N. f₂: factor de la solución ácida. V₁: volumen de la solución alcalina 0.1N en centímetros cúbicos. f₁: factor de la solución alcalina. M: masa en gramos de la muestra. H: contenido en por ciento en masa de humedad de la muestra, determinada según señala la norma correspondiente. F = factor de conversión de porcentaje de proteínas cuyo valor es 6.25 o de porcentaje de nitrógeno.

3.6.4 Obtención de las formulaciones

Respecto a la harina de centeno, para establecer los rangos (niveles) de cantidades o porcentaje a emplear, se tomó en cuenta lo mencionado en el marco teórico y se realizaron pruebas preliminares optando por el rango donde la masa de la mezcla obtenida fuese manejable, la fermentación permita observar su crecimiento y el producto final presente consistencia.

Para el rango de niveles a emplear de harina de anchoveta se consideraron como referencias los porcentajes de sustitución empleados en diferentes investigaciones.

Zegarra (2015) empleó 10.09%, 10.63% y 11.7% de harina de anchoveta como reemplazo de leche en polvo para optimizar la formulación de galletas. Rosso (2014) reemplazó

la harina de trigo por harina de bacalao en 15.62% para la elaboración de un pan fortificado. Campos y Regalado (2011) emplearon un rango de 1.5 a 2.5% de harina de anchoveta como reemplazo de harina de trigo para la elaboración de galletas, siendo el porcentaje más óptimo el de 1.12. Jiménez (2000) reemplazó la harina de trigo para elaboración de galletas con diferentes porcentajes de harina de soya y quinua, siendo los porcentajes de harina de anchoveta de 3% y 5%. Finalmente, Donoso y Yáñez (1963) en su elaboración de un pan enriquecido sustituyeron la harina de trigo con 6% de harina de pescado.

En la Tabla 10 se presentan los límites inferior y superior establecidos de acuerdo con lo mencionado.

Tabla 10.

Niveles considerados en el diseño de mezclas

Factores	Nivel I	Nivel II
Harina de anchoveta (HA)	4%	8%
Harina de centeno (HC)	46%	50%
Harina de trigo (HT)	46%	50%

3.6.5 Optimización de la formulación

Meilgaard et al. (1991), como se citó en Zegarra (2015) señala que para lograr la optimización de un producto se debe manipular algunas variables de ingredientes para así mejorar o lograr las características (atributos); además de intensificar su aceptabilidad con el consumidor.

Para lograr optimizar la fórmula del pan (porcentaje de sustitución de harina de anchoveta, harina de centeno y harina de trigo) se aplicará el diseño de mezclas que generará la mayor aceptabilidad general promedio.

3.7 Análisis de datos

Para la materia prima se procedió a determinar la cantidad de porcentaje de proteínas, tanto para la harina de anchoveta como para la harina de centeno.

Para obtener el producto y determinar la aceptabilidad, Simplex-Láttice es el diseño de mezcla que se utilizó para la obtención de los tratamientos. Se procedió a realizar un análisis estadístico con los datos que se obtuvieron de la prueba de aceptabilidad general, a través del análisis de Varianza (ANOVA), utilizando el Programa statgraphics centurion XVI. El software recomendó un modelo para las variables estudiadas, siendo la lineal la ideal debido a que a un nivel de confianza de 95.0 por ciento mostró el mayor coeficiente de determinación (R^2 y R^2 ajd.) Se empleó la prueba de Durbin. Posteriormente las gráficas de efectos principales de los coeficientes fueron obtenidas y se halló la ecuación de correlación de variables mostrando el punto en que se ubica la óptima respuesta.

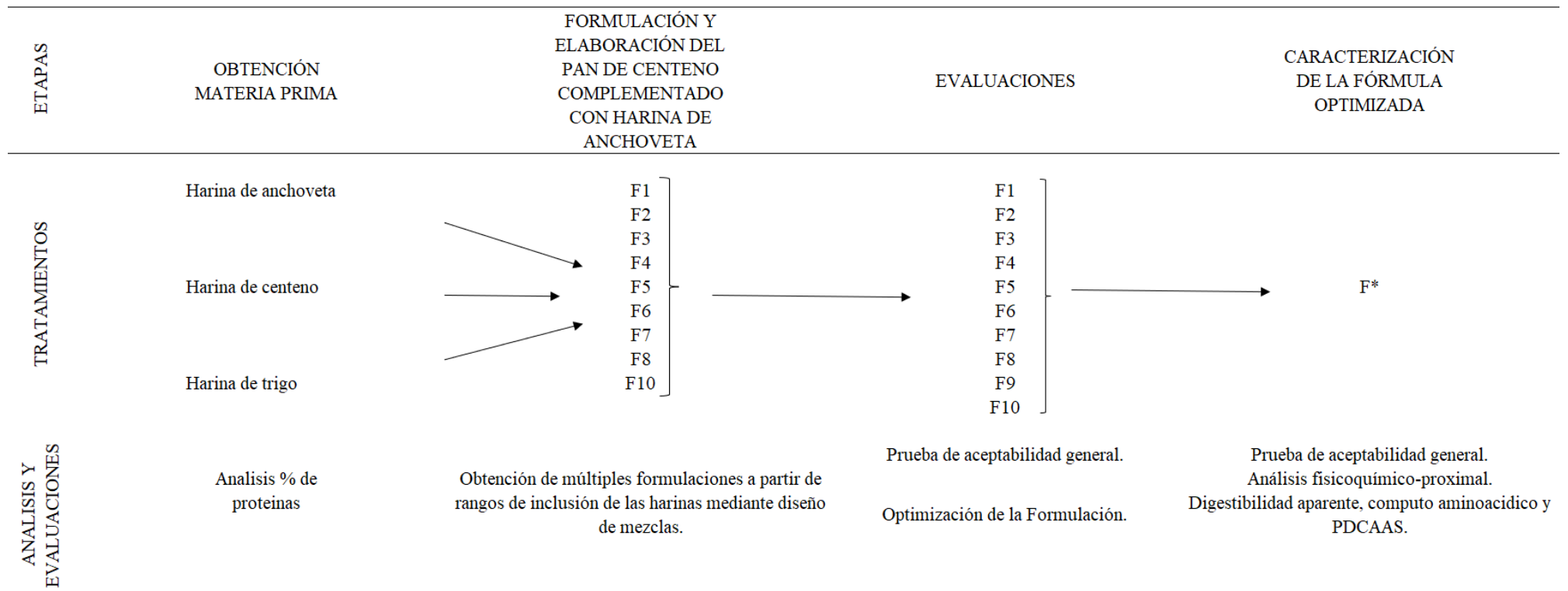
Con los datos obtenidos se procedió a determinar el porcentaje de proteínas del producto final y porcentaje de digestibilidad.

3.8 Diseño experimental

En la figura 3, se puede observar el diseño experimental en el cual se indican todas las operaciones y etapas que se realizaron para la elaboración del pan, indicándose los análisis y pruebas que se efectuaron antes y después de la obtención de la fórmula óptima.

Figura 3.

Diseño experimental para la obtención de la formulación optima del pan de centeno complementado con harina de anchoveta



IV. RESULTADOS

4.1 Obtención de las formulaciones del pan de centeno complementado con harina de anchoveta

La fórmula base del pan incluyó un porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de anchoveta (4-8%) y harina de centeno (46-50%) de acuerdo a la formulación propuesta en la tabla 10.

Para ello se aplicó un diseño Simplex-Látice el cual estudiará los efectos de 3 componentes en 10 corridas. El diseño deberá ser ejecutado en un solo bloque. El orden de los experimentos no ha sido aleatorizado. Si hay variables ocultas presentes, ellas pueden distorsionar los resultados.

Tabla 11.

Formulaciones experimentales con diseño de mezclas

Nº Tratamiento	HA	HC	HT
T1	4.00	50.00	46.00
T2	4.00	48.67	47.33
T3	5.33	48.67	46.00
T4	4.00	47.33	48.67
T5	5.34	47.33	47.33
T6	6.67	47.33	46.00
T7	4.00	46.00	50.00
T8	5.33	46.00	48.67
T9	6.67	46.00	47.33
T10	8.00	46.00	46.00

Cantidades a emplear de acuerdo a formulaciones (gramos) de Harina de Centeno, Harina de Anchoveta y Levadura. También del Agua, Sal y Mejorador.

Tabla 12.*Formulaciones en gramos*

Ingredientes	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
	gr	gr	gr	Gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
HA	16	16	21	16	21	27	16	21	27	32
HC	200	195	195	189	189	189	184	184	184	184
HT	184	189	184	195	189	184	200	195	189	184
Agua	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Azucar	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Sal	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Levadura	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Peso total de la muestra	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760

4.2 Efecto del porcentaje de harina de anchoveta en la aceptabilidad general del pan de centeno

Para la evaluación de la aceptabilidad general se decidió contar con la participación de estudiantes de un colegio estatal, el rango de estos estudiantes se encontraba entre 5 y 17 años de edad; quiénes de forma regular consumen pan al iniciar el día. Esta evaluación se llevó a cabo con estudiantes del colegio estatal Ricardo Palma del distrito de Surquillo.

Los panelistas fueron un total de 90 estudiantes del colegio en mención, a quienes se les indicó según arrojaba el diseño de bloques incompletos balanceado aplicado, que debían evaluar 3 (siguiendo como indica anexo A, la distribución presentada) de las 10 muestras.

Los resultados que se hallaron de la prueba de aceptabilidad general del pan de centeno complementado con harina de anchoveta se muestran en el anexo D, este puntaje fue otorgado de forma individual por los consumidores.

El detallado de los resultados de la prueba de aceptabilidad general del pan de centeno con harina de anchoveta que fueron evaluadas se muestran en la tabla 13.

A través de la prueba Posthoc Tukey (ver anexo E) fueron evaluados estadísticamente los resultados de aceptabilidad general. En el anexo se muestra cada uno de los tratamientos y las comparaciones múltiples con el resto.

Tabla 13.

Resultados de aceptabilidad general para las diez formulaciones del pan de centeno con harina de anchoveta

Tratamiento	Aceptabilidad total	Aceptabilidad promedio
1	80	2.96
2	85	3.15
3	82	3.04
4	79	3.29
5	117	3.55
6	83	3.46
7	107	3.57
8	90	3.33
9	96	4.00
10	102	3.78

El valor del promedio de la aceptabilidad general del tratamiento 9 (6.67% HA, 46% HC y 47.33% HT) con 4.00 es superior al promedio de los demás tratamientos, por lo que es considerado como el de mayor aceptabilidad; para la aceptabilidad de los tratamientos T1 y T9 (ver anexo E) la diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

4.3 Optimización de la formula del pan mediante diseño de mezclas

Aplicando el Programa Statgraphics centurión XVI y por diseño de mezclas, se generó el resultado del análisis de varianza (ANOVA) del modelo, el mismo que se muestra en la tabla 14.

Tabla 14.

Análisis de Varianza de la Optimización de la Formulación del pan de centeno complementado con harina de anchoveta mediante diseño de mezclas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Lineal	0.735966	2	0.367983	11.71	0.0058
Error total	0.219967	7	0.0314239		
Total (corr.)	0.955934	9			

Esta tabla muestra un análisis de varianza para el modelo lineal actualmente seleccionado. Dado que el valor-P para este modelo es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre la aceptabilidad general y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 15.

Resumen del modelo

R-cuadrada	76.9893%
R-cuadrada (ajustada por g.l.)	70.4148%
Error estándar del est.	0.177268
Error absoluto medio	0.1143
	3.06645
Estadístico Durbin-Watson	(P=0.9544)
Autocorrelación residual de Lag 1	-0.546836

El estadístico R-Cuadrado señala que el modelo, así ajustado, indica 76.9893% de la variabilidad respecto a aceptabilidad general. El estadístico R-cuadrado ajustada, siendo el más óptimo para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 70.4148%. La desviación estándar de los residuos es 0.177268, mostrado por el error estándar del estimado. El valor promedio de los residuos es el error medio absoluto -MAE de 0.1143. Para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se muestran

los datos en el archivo, el estadístico de Durbin-Watson prueba los residuos. No hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%, debido a que el valor-P es mayor que 5.0%.

Se resume en la tabla 15 los resultados del modelo. Este indica que el modelo propuesto fue el adecuado, ya que con relación al valor de R^2 correspondiente a la aceptabilidad general del pan fue de 76.98 por ciento, ajustándose mejor a los datos real al estar cerca al 100%.

La ecuación, en donde se especifican en pseudo-componentes los valores de los componentes, del modelo ajustado es:

$$\text{Aceptabilidad general} = 2.89881 * \text{Centeno} + 3.51658 * \text{Trigo} + 3.82104 * \text{Anchoveta}$$

Tabla 16.

Resultados estimados para aceptabilidad general

Fila	Observados Valores	Ajustados Valores	Inferior 95.0% para Media	Superior 95.0% para Media
1	2.96296	2.89881	2.60241	3.19521
2	3.14815	3.10473	2.90224	3.30721
3	3.03704	3.20624	3.00376	3.40872
4	3.29167	3.31066	3.10818	3.51314
5	3.54545	3.41209	3.27953	3.54464
6	3.45833	3.51361	3.31113	3.71609
7	3.56667	3.51658	3.22018	3.81298
8	3.33333	3.61809	3.41561	3.82057
9	4.0	3.71953	3.51705	3.92201
10	3.77778	3.82104	3.52464	4.11744

Esta tabla 16 contiene información acerca de los valores de aceptabilidad general generados usando el modelo ajustado. La tabla incluye:

- Valores observados de aceptabilidad general (si alguno)
- Valor predicho de aceptabilidad general usando el modelo ajustado
- Intervalos de confianza del 95.0% para la respuesta media

4.4 Obtención de la formulación optimizada del pan de centeno complementado con harina de anchoveta

La Figura 4 muestra los estimados de aceptabilidad general en función de centeno, trigo y anchoveta. La altura de la superficie representa el valor de aceptabilidad general. La figura 5 muestra los contornos para aceptabilidad general en función de centeno, trigo y anchoveta. Cada línea de contorno representa combinaciones de centeno, trigo y anchoveta que dan un valor seleccionado para aceptabilidad general.

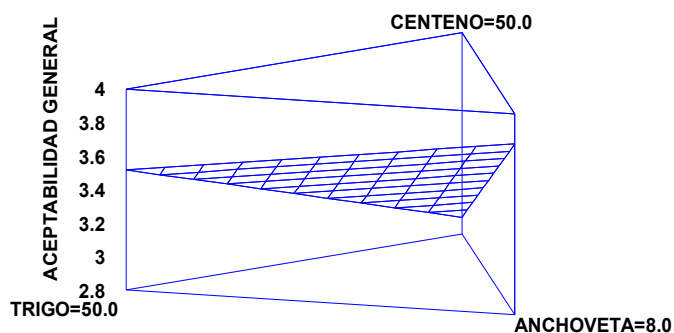
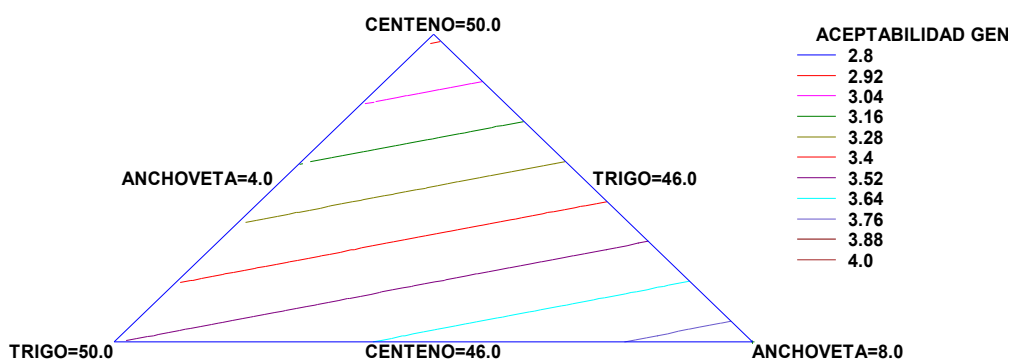
En ambas figuras, superficie y de contorno, se identifica el punto óptimo de la aceptación general del pan. En ellas se observa que los valores que maximizan la aceptabilidad son: 8% de HA, 46% de HC Y 46% de HT.

En la tabla 17 se muestra los resultados de la optimización de niveles de los factores que maximizan el porcentaje de aceptabilidad general del pan.

Tabla 17.

Formulación optimizada del pan

	F*
HA	8.00
HC	46.00
HT	46.00

Figura 4.*Superficie de respuesta estimada***Figura 5.***Contornos de la superficie de respuesta estimada*

4.5 Evaluación de la aceptabilidad general del pan optimizado

Se preparó el pan de acuerdo con la fórmula optimizada resultado del diseño de mezclas, trabajando con 8% de HA, 46% de HC y 46% de HT. De acuerdo a los análisis estadísticos realizados por diseño de mezclas la aceptabilidad general debió resultar de 3.82104. Se sometió a prueba de aceptabilidad general al pan optimizado con un panel de 90 consumidores obteniendo como resultado 3.8667 (Anexo G).

Al hallarse un valor diferente ligeramente al estimado por diseño de mezclas se realizó la prueba estadística de t- Student (Anexo 8), utilizando el programa IBM SPSS Statistics, ya que ésta se usa para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos de datos. Para una muestra se utiliza para determinar si la media de una muestra es estadísticamente diferente de una media poblacional conocida o hipotética. Además de usa cuando la población no sigue una distribución normal.

Tabla 18.

Resultados de la prueba T-student para una muestra

VAR00003	N	Media	Desv. estándar		Media de error estándar		
	90	3.8667	0.72204		0.07611		
	Valor de prueba = 3.82						
	t	gl	Significación		Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia
			P de un factor	P de dos factores		Inferior	Superior
	0.613	89	0.271	0.541	0.04667	-0.1046	0.1979

Se determina que se encuentra dentro del Intervalo de confianza IC de 95% debido a que los resultados de la prueba t muestran que el óptimo práctico no presenta diferencias significativas del óptimo teórico.

4.6 Composición fisicoquímico-proximal del pan optimizado

El pan optimizado fue analizado la metodología descrita en el punto 3.5.2.2 para obtener su composición fisicoquímico-proximal la que se detalla en la tabla 19.

Tabla 19.

Análisis fisicoquímico-proximal del pan optimizado

Componentes	Resultado
Humedad (g/100 g de muestra original)	40,1
Grasas (g/100 g de muestra original)	0.5
Cenizas (g/100 g de muestra original)	2.8
Fibra cruda (g/100 g de muestra original)	0.4
% Kcal. proveniente de Carbohidratos	80.8
% Kcal. proveniente de Grasa	1.9
% Kcal. proveniente de proteínas	17.3
Energía total (Kcal/100 g de muestra original)	230.9
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	46.6
Proteínas (g/100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	10.0
Hierro (Partes por millón)	40.5
Detección de Bromato (Cualitativo)	Negativo
Acidez (g/100 g de muestra original) (Expresado como ácido sulfúrico)	0.32

4.7 Determinación la digestibilidad teórica, computo aminoacídico (C.A) y PDCAAS del pan optimizado

Los valores obtenidos pueden ser apreciados en la tabla 20, digestibilidad teórica, computo aminoacídico y PDCAAS obtenidos.

Tabla 20.

Digestibilidad teórica, cómputo aminoacídico (C.A) y PDCAAS calculados teóricamente para la fórmula optimizada

Tratamiento	Digestibilidad teórica	C.A. limitante	PDCAAS
Optimo	80.20	80.18	64.30

Según Conjunto FAO/OMS/UNU, 1985, como se citó en Tolentino (2023), de acuerdo a las edades existen diferentes necesidades de aminoácidos. Para esta investigación se tomó como referencia el rango de edad escolar de 10 a 12 años.

De igual forma para hallar o determinar el C.A, el PDCAS y la digestibilidad teórica, se tiene en el anexo J el detallado de los cálculos realizados o ejecutados. Para la mezcla optimizada el valor de digestibilidad fue de 80.20%, así como un PDCAAS de 64.30% y un cómputo aminoacídico de 80.18%, siendo la lisina el aminoácido limitante.

Considerando como principales aminoácidos Metionina, Triptófano, Treonina y Lisina para realizar los cálculos correspondientes al C.A ; se tomó para la harina de anchoveta lo mencionado en la tabla de composición de aminoácidos de la harina de pescado (Campos y Regalado, 2011); para la harina de centeno se consideró lo mencionado en la composición amino ácidos (% PB) (Solà, 2021) y para la harina de trigo lo indicado en la tabla de calidad proteica de la quinua en relación con otros alimentos (Tolentino, 2023).

Los valores de digestibilidad proteica considerados para la harina de anchoveta fue de 94% (Campos y Regalado, 2011), la harina de centeno 72% (Solà, 2021) y para la harina de trigo fue de 86% (Vásquez-Torres et al., 2013, como se citó en Tolentino, 2023).

V. DISCUSION DE RESULTADOS

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la aceptabilidad y contenido proteico del pan de centeno complementado con harina de anchoveta mediante la obtención de formulaciones, pruebas sensoriales, análisis fisicoquímicos y valor de digestibilidad.

Respecto al objetivo para determinar la formulación del pan de centeno complementado con harina de anchoveta que presente mayor aceptabilidad mediante pruebas sensoriales:

Nieto (2023), en su trabajo de investigación para la fabricación de pan con miga enriquecida, el T3 con 80% harina de trigo, 5% de cushuro y 15% de quinua fue el más aceptado. Para la evaluación del color presente en el pan la inclusión de harinas de cushuro y quinua interfieren. En contrastación con el pan en estudio, la harina de anchoveta 8% y la harina de centeno 46% también influyó ligeramente en el color; el porcentaje de harina de trigo fue 34% menos.

Según Carvajal y Mosquera (2022), en su trabajo de investigación elabora panes ecuatorianos sustituyendo parcialmente por harina integral de amaranto la harina de trigo, se obtuvieron características organolépticas idóneas, siendo las más aceptadas para las muestras de pan Chimborazo y rodilla de Cristo ambos al 40 y pan de Pinllo al 30% y. Respecto al pan en estudio, en la formulación con mayor aceptabilidad se sustituyó la harina de trigo en 54 % (8% de harina de anchoveta y 46% de harina de centeno).

Rivadeneyra y Zuloaga (2019) en su trabajo de investigación para elaborar pan con sustitución parcial de harina de tarwi fortificado con hierro hemínico para niños en etapa escolar obtiene que el Pan N°5 con harina de tarwi 20%, harina de trigo 80%, hierro hemínico 5% resalta con una mayor aceptación de 4.56. En comparación con el pan en estudio usando 46% de harina de trigo, 46% de harina de centeno y 8% de harina de anchoveta se obtiene un puntaje de aceptabilidad menor con 3.86.

Respecto al segundo objetivo para determinar la caracterización fisicoquímica-proximal del pan complementado con harina de anchoveta: según FAO (1983), como se citó en Rivadeneyra y Zuloaga (2019), la composición proximal del pan común presenta ceniza 1.36%, humedad 27.22%, grasa 9.77%, proteína 9.77%, carbohidratos 59.56% y fibra 1.39%. Los resultados obtenidos para el pan de centeno complementado con harina de anchoveta fueron humedad 40.1%, ceniza 2.8%, proteína 10.0%, grasa 0.5%, fibra 0.4% y carbohidratos 46.6%. Comparando ambos resultados, el pan en estudio presenta un mayor contenido de proteínas y humedad, a su vez menor contenido de grasa.

Según MINSA (2010), el pan debe tener las siguientes consideraciones: humedad máxima de 40 %, ceniza 4 %, acidez 0.5%. En los análisis fisicoquímicos- proximal del pan optimizado se obtuvo como resultado: humedad 40.1 % (0.1 siendo aceptable), ceniza 2.8 %, acidez 0.32%; cumpliendo con los parámetros.

Nieto (2023), en su trabajo de investigación para la fabricación de pan con miga enriquecida, el T3 con 5% de cushuro, 15% de quinua y 80% harina de trigo presenta en el análisis fisicoquímico 9.2 g/100 g de proteínas y 52.9 g/100 g de carbohidratos. En comparación con el pan en estudio se obtuvo una ligera diferencia superior en el contenido de proteínas con 10%, pero menor con 46.6% en carbohidratos.

Según Carvajal y Mosquera (2022), en su trabajo de investigación elabora panes ecuatorianos reemplazando parcialmente por harina integral de amaranto la harina de trigo, siendo las más aceptadas pan rodilla de Cristo y Chimborazo ambos al 40% y pan de Pinllo al 30%, disminuyendo en todas el contenido de carbohidratos, grasa y calorías respecto al pan común, mientras que el valor proteico se eleva con 8%. Referente al pan de estudio también se evidencia una disminución en el contenido de calorías, grasas y carbohidratos; en el contenido proteico presenta una diferencia superior en 2%.

En su trabajo de investigación para elaborar pan con reemplazo parcial de harina de tarwi fortificado con hierro hemínico para niños en etapa escolar, Rivadeneyra y Zuloaga (2019) elaboraron nueve muestras, visualizando en análisis fisicoquímicos aumento en el contenido proteico, siendo el Pan N°9 con harina de tarwi 30%, harina de trigo 70%, hierro hemínico 6% la de mayor contenido proteico 9.34 %. En comparación con el pan en estudio, sigue siendo este mayor en contenido proteico con 10%, usando 46% de harina de trigo, 46% de harina de centeno y 8% de harina de anchoveta.

Por otra parte, Sullca (2014) evaluó el contenido proteico y la aceptabilidad del pan con porcentajes diferentes de sustitución de harina de trigo (30%) por harina de lúcuma y pasta de hongo, siendo el tratamiento AP con 70 % de harina de lúcuma y 30 % de pasta de hongo el de mayor contenido proteico con 10.29 %. Para el pan en estudio se sustituyó hasta en 54% la harina de trigo (harina de anchoveta y centeno) en la formulación optimizada siendo el contenido proteico menor en 0.29%, diferencia mínima y competitiva.

Rosso (2014), en su trabajo de investigación para la elaboración de un pan fortificado con harina de pescado, utiliza harina de merluza, bonito y bacalao en sus pruebas; siendo finalmente el de bacalao el de mejores características con 15.62% de reemplazo respecto a la harina de trigo y 13.89% en proteínas. Para el pan en investigación con reemplazo en 8% de harina de anchoveta y 46% de harina de centeno se obtuvo 10% en proteínas.

Finalmente, Donoso y Yáñez (1963) en su elaboración de un pan enriquecido sustituyeron la harina de trigo con 6% de harina de pescado, obteniendo un 13.9% en proteínas. En comparación con el pan en estudio se obtuvo un 3.9% menos de proteínas con mayor empleo de harina de anchoveta 8%.

Para el objetivo de determinar la calidad nutricional de las proteínas del pan de centeno complementado con harina de anchoveta considerando la digestibilidad: Zegarra (2015) obtuvo 79.66% de digestibilidad en la formulación optimizada de la galleta con hidrolizado de

anchoveta. Para Tolentino (2023) en su formulación de galletas dulces de quinua y yuca el porcentaje obtenido en digestibilidad fue de 83.56%, 89.10% en C.A. y 74.50% en PDCAAS. En comparación con el trabajo en estudio el porcentaje de digestibilidad fue de 80.20, C.A. 80.18 y PDCAAS de 64.31, siendo valores semejantes.

VI. CONCLUSIONES

- Para el objetivo general se logró evaluar la formulación con mayor aceptabilidad sensorial posterior a los análisis estadísticos correspondientes, se obtuvo la cantidad de proteínas del producto final y su porcentaje de digestibilidad.
- Respecto al primer objetivo específico para determinar la formulación del pan de centeno complementado con harina de anchoveta que presente mayor aceptabilidad mediante pruebas sensoriales: se logró obtener 10 formulaciones para la elaboración del pan a través del diseño de mezclas, estableciendo los niveles mínimos y máximos de porcentajes para la participación de las harinas. El tratamiento 9 fue el que obtuvo la mayor aceptabilidad con 4.0 como resultado empleando 6.7% de harina de anchoveta, 46% de harina de centeno y 47.3% de harina de trigo. Con los resultados obtenidos se optimizó la formulación empleando diseño de mezclas, indicando las nuevas cantidades; 8% de harina de anchoveta, 46% de harina de centeno y 46% de harina de trigo. La prueba de aceptabilidad del pan optimizado fue de 3.86. Al igual que en la prueba de aceptabilidad de los 10 tratamientos, participaron 90 panelistas (estudiantes).
- Respecto al segundo objetivo específico para determinar la caracterización fisicoquímica-proximal del pan complementado con harina de anchoveta: la composición fisicoquímico-proximal del pan optimizado fue humedad 40%, proteína 10%, grasa 0.5%, ceniza 2.8%, fibra cruda 0,4%, carbohidratos 46.6%, hierro 40.5 (partes por millón), bromato negativo, acidez 0.32% (expresado como ácido sulfúrico) y 230.9 Kcal de energía total. El pan de centeno complementado con harina de anchoveta cumple con los requisitos fisicoquímico establecidos por la Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, presentando un alto contenido proteico con 10%.

- Respecto al tercer objetivo específico para determinar la calidad nutricional de las proteínas del pan de centeno complementado con harina de anchoveta considerando la digestibilidad teórica: Se realizó los cálculos correspondientes con las fórmulas indicadas y datos teóricos. El pan optimizado presentó una digestibilidad teórica de 80.20%, 80,18% C.A. y 64,31% PDCAAS.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil del pan de centeno complementado con harina de anchoveta considerando el análisis de Weibull (método estadístico para analizar tasa de fallas, datos y confiabilidad de equipos) y pruebas triangulares (cambios o diferencias en el producto).
- Complementar el estudio empleando aromatizantes o saborizantes naturales con el fin de modificar el sabor remanente de la harina de pescado y de esa manera incrementar el valor de la aceptabilidad (prueba sensorial) del pan.
- Realizar un estudio de prefactibilidad para la producción del pan de centeno complementado con harina de anchoveta a nivel industrial, evaluando la viabilidad técnica y económica.
- Evaluar la calidad, procedencia y tratamiento de materias primas, así como de los insumos y aditivos de las harinas para la elaboración del pan asegurando la inocuidad del producto que garantice su consumo.

VIII. REFERENCIAS

- Aguirre Achaquihui, E. (2020). *Evaluación del efecto de la masa madre elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de centeno (*Cecale cereale*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el pan francés*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio UPeU. <https://repositorio.upeu.edu.pe/items/21c5edee-a69a-4672-a2c3-bb4de1ae19ed>
- Anticono, A. (2017). *Comparación físico-química y reológica de harinas: trigo (*Triticum aestivum*), centeno (*Secale cereale*) y triticale (*x Triticosecale*) en elaboración de pan*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/31a10cf9-1401-4e98-b821-41527de038c5>
- Austral Group S.A.A. *Harina de pescado*. <https://websiteaustralperu.azurewebsites.net/productos/harina-de-pescado/>
- Ávila Gonzales, C. O. J. y Carbajal Vega, J. P. (2018). *Elaboración de hamburguesas de pulpa de anchoveta (*engraulisringeus*) y torta desgrasada de ajonjolí (*sesamumindicum*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3239/48914.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bakerpedia. (2020). Bakerpedia. Obtenido de ¿Qué es la harina de centeno?: <https://bakerpedia.com/ingredients/rye-flour/>
- Ballesta Mejia, M, Carbonell Vizcaino, L., Manjarres Mato, J. y Ropain Oviedo, H. (2021). *Operación de una planta de harina y aceite de pescado para el consumo animal*. [Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena]. Repositorio Digital Institucional

- Unimagdalena. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/ae19864a-22f9-47eb-aa76-8d34cb4f0653>
- Bouchon, M. (2018). *La pesquería de anchoveta en Perú*. [Tesis de posgrado, Universidad de Alicante]. Repositorio Institucional UA. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/103709>
- Cabana, N. (2018). *Influencia del programa de adecuación al medio ambiente en el incremento de la productividad de la industria de harina de pescado de la industria pesquera 1313 SA ubicado en la provincia del Santa-departamento de Ancash*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/d9e0e2bc-c67f-4fb0-9b75-5a44297a0c86>
- Campos, A. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de palitos nutritivos a base de cereales andinos enriquecidos con harina de anchoveta (Engraulis ringens)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional ULima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/13170>
- Campos Alegre, I. L. y Regalado Arcaya, J. A. (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]. Repositorio Institucional UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2529>
- Carvajal, C. y Mosquera, L. (2022). *Propuesta para la elaboración de panes ecuatorianos (pan de pinllo, chimborazo y rodilla de cristo) sustituyendo parcialmente la harina de trigo (triticum) por harina integral de amaranto (amaranthus)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/8cb96753-7ee0-489e-8452-5a51adebf8d6>

Chanta Chocan, V. (2018). *Efecto de las fuentes y niveles de fertilización química orgánica y órgano mineral sobre el rendimiento y calidad de Trigo (Triticum durum L.) VAR CROW, en el distrito de Pacaipampa–Ayabaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/items/bb0d169c-d2b0-428f-a4a0-f1c22e381853>

Corporación Pesquera Inca – COPEINCA S.A.C. Marzo 2015. <http://www.copeinca.com/>

Cruz, J. (2014). *Determinación del costo de producción de harina de pescado en la empresa pesquera Clajoma Seafood E.I.R.L.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/items/5aa777be-a738-4ce2-adb4-af09956662be>

CSA - Centro de Sostenibilidad Ambiental; de la Universidad Peruana Cayetano Heredia
UPCH CSA-UPCH, Marzo 2015.
[http://www.anchoveta.info/index.php?option=com_content&task=view&id=50
&Itemid=76](http://www.anchoveta.info/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=76)

Cutipa Huarcaya, W. (2014). *Efecto de la adición de harina de tarwi (lupinus mutabilis sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) en la elaboración del pan*. [Tesis de pregrado]. Universidad nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3421>

Donoso, G., y Yañez, E. (1963). *Valor proteico del pan enriquecido con harina de pescado*. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 55 (5), nov. 1963. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/12527/v55n5p520.pdf>

Solà Oriol, D. (2021). Centeno: Ficha técnica con el valor nutricional (comparación de tablas) y estudios más recientes sobre el centeno. *Fichas de materias primas y aditivos*.

https://www.3tres3.com/latam/articulos/centeno_12609/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20digestibilidad%20de,valor%20m%C3%A1s%20bajo%20para%20NRC.

EconomíaECPe. (22 de febrero de 2017). "Perú tiene la oportunidad de redirigir pesca a consumo humano". *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/peru/peru-oportunidad-redirigir-pesca-consumo-humano-405003-noticia/>

Fabian Veliz, V. U. (2012). *Potencialidad del Suillus luteus (L. Fries) Gray con fines comerciales en plantaciones de Pinus radiata D. Don EN Jauja*. [Tesis de pregrado]. Universidad nacional del centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2617/Fabian%20Veliz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2018). FAO. Obtenido de Propuesta para un Año Internacional del Centeno. Food Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/my363es/MY363ES.pdf>

FAO. (7 de Diciembre de 2018). *Propuesta para un Año Internacional del Centeno. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 2-6. Obtenido de <http://www.fao.org/3/my363es/MY363ES.pdf>

FEN. (2020). Fundación española de la nutrición. Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/harina.pdf>

Göran, H., Andersson, R., Jonsson, K., Hanhineva, K., y Kolehmainen, M. (30 de Junio de 2018). *Rye and health - Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science & Technology*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418303339>

González Hernández, I. J. (2006). *Diseños experimentales de bloques incompletos y aplicaciones en la industria*. [Tesis de pregrado]. Universidad autónoma del estado de Hidalgo.

<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/1766/1/Dise%C3%B1os%20experimentales%20de%20bloques%20incompletos%20y%20aplicaciones%20en%20la%20industria.pdf>

IMARPE Instituto del mar del Perú (2014) Anchoveta. Huacho

Jiménez Ramos, F. S. (2000). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado*. [Tesis Magister]. Universidad nacional Agraria la Molina. http://www.lamolinavirtual.org/camdat2a/BPM-HACCP/adicional/4-INFORMACION_ADICIONAL/INVESTIGACIONES%20DE%20INTERES/GALLETAS%20ENRIQ%20HNA%20PESCADO.pdf

Jonsson, K., Andersson, R., Bach Knudsen, K. E., Hallmans, G., Hanhineva, K., Katina, K., Landberg, R. (2018). *Rye and health - Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science and Technology*, 79(June), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.06.018>

León, K. (2019). *Determinación de gluten en harina compuesta de trigo, cebada y centeno destinada para la obtención de piezas de pan*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13587/1/LEON%20RIOFRIO%20KATHIA%20DAYANNARA.pdf>

Manrique, E. M., y Vera, V. J. (2022). *Cereales (Técnicas de análisis)*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

- Morales, Á. (2015). El pan es uno de los alimentos más antiguos dentro de la sociedad, siendo el trigo el mayor componente de este. Quito.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418303339>
- Nieto Rojas, E. (2023). *Efecto de la inclusión de harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y cushuro (Nostoc sphaericum) en la elaboración de pan de miga enriquecida*. [Tesis de pregrado]. Universidad nacional Hermilio Valdizan.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8532>
- Ordoñez Bravo, G. V., y Oviedo Anchundia, R. J. (2010). *Alternativas de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal*. [Tesis de pregrado, Escuela superior politécnica del litoral].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14428/4/Elaboraci%c3%b3n%20de%20Pan%20Artesanal.pdf>
- Parra, Y., y Valencia, H. (2017). *Efecto de la aplicación de agua ozonizada a diferentes concentraciones en el mejoramiento de masas de panificación y producto terminado*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4617/IQpapay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Requena, J. M. (2013). *Harinas y derivados, feculas y almidones. Innovación y experiencias educativas*. Retrieved from
http://www.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQ UENA_1.pdf
- Rivadeneyra Avalos, M. A., y Zuloaga Moreno, K. G. (2019). *Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y fortificado con hierro*

heminico. [Tesis de pregrado]. Universidad nacional del Callao.
<https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3582>

Resolución Ministerial No 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. (2011). Ministerio de Salud.

Rosso, M. L. (2014). *Elaboración de un pan fortificado con harina de pescado*. [Tesis de pregrado]. Universidad ISALUD. <http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/handle/1/118>

Rua, D. M., Sepúlveda, A. C., y Buitrago, L. C. (2020). Elaboración de pan de centeno. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(2), 5-17.
https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/4091

Sánchez, J. (2015). *Sustitutos Del Trigo En La Elaboración Del Pan*. [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55568/JORGE%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20diferentes%20sustitutos%20de%20trigo%20en%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20pan..pdf?sequence=4>

Sapirstein, H. D., y Bushuk, W. (2016). Rye Grain: *Its Genetics, Production, and Utilization*. *Encyclopedia of Food Grains*: Second Edition (2nd ed., Vol. 1–4). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00017-6>

Sociedad Nacional de pesquería (SNP). 2018. *Harina de pescado: Perú lidera su producción mundial*”, por Sociedad Nacional de pesquería. [https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/harina-de-pescado/#:~:text=La%20harina%20de%20pescado%20est%C3%A1,de%20Ingredientes%20Marinos%20\(IFFO\)](https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/harina-de-pescado/#:~:text=La%20harina%20de%20pescado%20est%C3%A1,de%20Ingredientes%20Marinos%20(IFFO)).

- Solari-Godiño, A., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., Borderías, A. J., y Moreno, H. M. (2017). Anchovy mince (*Engraulis ringens*) enriched with polyphenolrich grape pomace dietary fibre: In vitro polyphenols bioaccessibility, antioxidant and physico-chemical properties. *Food Research International*, 102, 639-646. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.044>
- Sulca, L. (2014). *Evaluación de la aceptabilidad y contenido proteico del pan con adición de pasta de hongo (Suillus luteus) y harina de lúcuma (Pouteria lucuma)*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Huancavelica. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/112/TP%20-%20UNH%20AGROIND%200026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tolentino Asencios, M. H. (2023). *Formulación de galletas dulces de Yuca y Quinua para promover su consumo y diversificación en la industria alimentaria*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5630>
- Vanegas, Walter. (2018). Los cereales como fuente de alimentación primaria para la humanidad. *Revista Multi-Ensayos*, 4(7), 47-54.
- Villanueva Flores, R. (2014). *El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación*. *Ingeniería Industrial*, (32), 231-246. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2014.n032.123>.
- Wagner, J.; Stanton, T. “*Formulación de raciones con el cuadrado de Pearson*”, Hoja informativa (Universidad Estatal de Colorado. Extensión). Serie Ganadería ; No. 1.618 , 2012.
- Zapata, E. (2019). [gob.mx](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/trigo). Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/trigo>

Zegarra Samame, S. I. (2015). *Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (Engraulis ringens) aplicando metodología de superficie de respuesta*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2185>

IX. ANEXOS

Anexo A: Construcción del diseño de bloques incompletos balanceado para la prueba de aceptabilidad general

	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	X	X							
2	X			X		X				
3	X						X		X	
4		X			X			X		
5		X						X		X
6			X	X			X			
7			X						X	X
8				X		X			X	
9					X	X				X
10					X		X	X		
11	X	X		X						
12	X				X		X			
13	X							X		X
14		X	X			X				
15		X			X				X	
16			X	X				X		
17			X				X			X
18				X	X				X	
19					X		X			X
20						X	X	X		
21	X		X		X					
22	X					X		X		
23	X								X	X
24		X		X						X
25		X				X	X			
26		X					X		X	
27			X		X	X				
28			X					X	X	
29				X	X					X
30					X		X	X		
31	X	X	X							
32	X			X		X				
33	X						X		X	
34		X			X			X		
35		X						X		X

36			X	X			X			
37			X						X	X
38				X		X			X	
39					X	X				X
40					X		X	X		
41	X	X		X						
42	X				X		X			
43	X							X		X
44		X	X			X				
45		X			X				X	
46			X	X				X		
47			X				X			X
48				X	X				X	
49					X		X			X
50						X	X	X		
51	X		X		X					
52	X					X		X		
53	X								X	X
54		X		X						X
55		X				X	X			
56		X					X		X	
57			X		X	X				
58			X					X	X	
59				X	X					X
60					X		X	X		
61	X	X	X							
62	X			X		X				
63	X						X		X	
64		X			X			X		
65		X						X		X
66			X	X			X			
67			X						X	X
68				X		X			X	
69					X	X				X
70					X		X	X		
71	X	X		X						
72	X				X		X			
73	X							X		X
74		X	X			X				
75		X			X				X	
76			X	X				X		
77			X				X			X
78				X	X				X	

79					X		X			X
80						X	X	X		
81	X		X		X					
82	X					X		X		
83	X								X	X
84		X		X						X
85		X				X	X			
86		X					X		X	
87			X		X	X				
88			X					X	X	
89				X	X					X
90					X		X	X		

**Anexo B: Ficha técnica de los instrumentos de recolección de datos para la
aceptabilidad general**

1

**FICHA DE EVALUACION
ACEPTABILIDAD GENERAL DEL PAN ENRIQUECIDO**

NOMBRE Y APELLIDOS:	
FECHA:	EDAD:

INSTRUCCIONES :

Ud. Evaluará evaluará tres muestras en cuanto a su aceptabilidad general en el orden indicado.

Marque en la escala, con un aspa, el renglón que corresponda a la calificación por cada muestra.

	ACEPTABILIDAD GENERAL	TRATAMIENTOS		
		1	2	3
	5 ME GUSTA MUCHO			
	4 ME GUSTA POCO			
	3 NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA			
	2 ME DISGUSTA			
	1 ME DISGUSTA MUCHO			

Anexo C: Listado de panelistas para la aceptabilidad general del pan

Nº	Nombres y Apellidos	Edad
1	Masiel Huanca Peñaloza	5
2	Wendolyn Rojas Varela	13
3	Alondra Garcia Vasquez	13
4	Imanol Garcia Perez	17
5	Isabela Huacapeña Loza	8
6	Yosias Vasquez Tello	9
7	Johan Rebaza Peña	7
8	Yadhira Valdivia Medina	14
9	Ana Lucia Chumpitaz Lucas	14
10	Romina Perez Siesquen	6
11	Cristina Luque Diaz	16
12	Mariciello Fernandez Tello	13
13	Gilary Tapia Gutierrez	12
14	Ester Valer Cañari	17
15	Daniela Cruz Alvarez	11
16	Alessando Maceda Ccesti	14
17	Sergio Sotomayor Garcia	17
18	Renzo Fernando Tippe Perez	11
19	Felipe Soyo Alfaro	13
20	Elena Quispe Concha	11
21	Alfredo Ramos Alvarez	15
22	Juan Quincho Mena	12
23	Brener Chavez Vallejo	13
24	Yanina Portal Vargas	12
25	Jorge De Souza Gonzales	14
26	Hector Cornejo Garcia	14
27	German Llerena Heredia	15
28	Enrique Pacheco Sandoval	12
29	Orecnis Armado Rondon	15
30	Facunda Vallon Uzuriaga	16
31	Martin Andrade Arroyo	14
32	Miguel Huaman Lados	13
33	Luis Villalobos Bocanegra	11
34	Jose Anir Medina	13
35	Xiomi Rojas Cano	16
36	Herber Mendoza Ibarra	15
37	Teobaldo Salinas Bermudez	17
38	Melisa Miranda Medrano	12
39	Luisa Mediano Lopez	17
40	Jorge Herrera Palomino	8
41	Maria Paz Acosta	5
42	Eduardo Becerra Salcedo	5

43	Jorge Moro Ventua	7
44	Alejandro Medina Gonzales	9
45	Hernan Bedon Carrillo	15
46	Liliana Escobar Soria	6
47	Manuel Palomino Yamamoto	8
48	Carlos Alarcon Sierra	11
49	Luz Huarca Flores	14
50	Orfelinda Luna Trujillo	17
51	Sara Diaz Rodriguez	16
52	Luis Hermoza Huaranca	17
53	Maria Mio Vara	15
54	Xiana Alvarez Tasayco	11
55	Camila Mendoza Sanots	7
56	Mia Brazo Blanco	8
57	Dana Gonzales Carrion	8
58	Maria Alejandra Gonzales Castro	7
59	Jhosep Diaz Jusca	12
60	Sam Nieves Baltazar	7
61	Santiago Trujillo Rivera	7
62	Gerardo Pino Ganoza	16
63	Samuel Valer Cañari	8
64	Milagros Villar Ramirez	7
65	Lea Pitoc Flores	6
66	Ian Vargas Valer	5
67	Anahi Martinez Guzman	14
68	Salome Becerra Ortiz	16
69	Sherlyn Salcedo Cardenas	17
70	Rodrigo Choque Conde	16
71	Yeriko Bueno Aranda	5
72	Cristopher Becerra Ortiz	14
73	Miguel Zapata Huaranca	17
74	Jackelyn Fuentes Vargas	17
75	Renzo Chavez Chavez	16
76	Israel Rebaza Peña	16
77	Diego Chiquillanqui Espinoza	16
78	Cielo Vergara Tume	17
79	Melisa Huanhuayo Choquelahua	16
80	Ximena Villar Rojas	12
81	Leonardo Paredes Quispe	10
82	Mauricio Acuña Rosadio	17
83	Mayka Alcarraz Hurtado	17
84	Milagros Galita Poma	16
85	Jeidy Benites Culcas	17
86	Joshias Rojas Vasquez	9
87	Cielo Rivasplata Sanchez	14
88	Elizabeth Lourdes Bejar	16

89	Thais Tello Quezada	16
90	Nataly Villarreal Choquehuanca	11

44		3	3			3				
45		4			5				4	
46			4	3				2		
47			1				2			2
48				2	3				4	
49					3		1			4
50						3	5	3		
51	3		2		5					
52	2					1		3		
53	2								5	2
54		2		4						3
55		3				4	3			
56		3					3		4	
57			3		4	3				
58			3					3	4	
59				3	3					4
60					3		3	4		
61	3	2	3							
62	3			4		4				
63	3						4		3	
64		3			4			3		
65		2						4		2
66			3	4			3			
67			3						4	3
68				4		4			3	
69					3	4				3
70					3		3	4		
71	2	3		3						
72	4				4		4			
73	3							4		4
74		4	3			4				
75		5			5				5	
76			4	5				4		
77			2				3			5
78				1	3				4	
79					1		3			1
80						3	2	3		
81	3		4		4					
82	2					3		5		
83	5								5	5
84		5		4						5
85		4				3	5			
86		4					4		5	
87			4		4	4				
88			2					4	5	
89				3	4					3

	90					3		5	5		
--	----	--	--	--	--	---	--	---	---	--	--

Anexo E: Prueba Tukey y comparaciones múltiples

Variable dependiente: Aceptabilidad							
	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	-0.18519	0.2945	1	-1.1251	0.7548
		3	-0.07407	0.2945	1	-1.014	0.8659
		4	-0.3287	0.3036	0.99	-1.2976	0.6402
		5	-0.58249	0.2808	0.55	-1.4787	0.3137
		6	-0.49537	0.3036	0.83	-1.4642	0.4735
		7	-0.6037	0.2871	0.53	-1.5198	0.3124
		8	-0.37037	0.2945	0.96	-1.3103	0.5696
		9	-1.03704*	0.3036	0.03	-2.0059	-0.0682
		10	-0.81481	0.2945	0.15	-1.7548	0.1251
	2	1	0.18519	0.2945	1	-0.7548	1.1251
		3	0.11111	0.2945	1	-0.8288	1.0511
		4	-0.14352	0.3036	1	-1.1124	0.8254
		5	-0.39731	0.2808	0.92	-1.2935	0.4989
		6	-0.31019	0.3036	0.99	-1.2791	0.6587
		7	-0.41852	0.2871	0.91	-1.3347	0.4976
		8	-0.18519	0.2945	1	-1.1251	0.7548
		9	-0.85185	0.3036	0.14	-1.8207	0.1117
		10	-0.62963	0.2945	0.5	-1.5696	0.3103
	3	1	0.07407	0.2945	1	-0.8659	1.014
		2	-0.11111	0.2945	1	-1.0511	0.8288
		4	-0.25463	0.3036	1	-1.2235	0.7142
		5	-0.50842	0.2808	0.73	-1.4046	0.3878
		6	-0.4213	0.3036	0.93	-1.3902	0.5476
		7	-0.52963	0.2871	0.71	-1.4458	0.3865
		8	-0.2963	0.2945	0.99	-1.2362	0.6436
		9	-0.96296	0.3036	0.05	-1.9318	0.0059
		10	-0.74074	0.2945	0.27	-1.6807	0.1992
	4	1	0.3287	0.3036	0.99	-0.6402	1.2976
		2	0.14352	0.3036	1	-0.8254	1.1124
		3	0.25463	0.3036	1	-0.7142	1.2235
		5	-0.25379	0.2903	1	-1.1803	0.6727
		6	-0.16667	0.3124	1	-1.1636	0.8303
		7	-0.275	0.2964	1	-1.2208	0.6708
		8	-0.04167	0.3036	1	-1.0105	0.9272
		9	-0.70833	0.3124	0.41	-1.7053	0.2886

		10	-0.48611	0.3036	0.85	-1.455	0.4828
		1	0.58249	0.2808	0.55	-0.3137	1.4787
		2	0.39731	0.2808	0.92	-0.4989	1.2935
		3	0.50842	0.2808	0.73	-0.3878	1.4046
		4	0.25379	0.2903	1	-0.6727	1.1803
	5	6	0.08712	0.2903	1	-0.8394	1.0136
		7	-0.02121	0.273	1	-0.8924	0.85
		8	0.21212	0.2808	1	-0.6841	1.1083
		9	-0.45455	0.2903	0.86	-1.381	0.472
		10	-0.23232	0.2808	1	-1.1285	0.6639
		1	0.49537	0.3036	0.83	-0.4735	1.4642
		2	0.31019	0.3036	0.99	-0.6587	1.2791
		3	0.4213	0.3036	0.93	-0.5476	1.3902
		4	0.16667	0.3124	1	-0.8303	1.1636
	6	5	-0.08712	0.2903	1	-1.0136	0.8394
		7	-0.10833	0.2964	1	-1.0541	0.8375
		8	0.125	0.3036	1	-0.8439	1.0939
		9	-0.54167	0.3124	0.78	-1.5386	0.4553
		10	-0.31944	0.3036	0.99	-1.2883	0.6494
		1	0.6037	0.2871	0.53	-0.3124	1.5198
		2	0.41852	0.2871	0.91	-0.4976	1.3347
		3	0.52963	0.2871	0.71	-0.3865	1.4458
		4	0.275	0.2964	1	-0.6708	1.2208
	7	5	0.02121	0.273	1	-0.85	0.8924
		6	0.10833	0.2964	1	-0.8375	1.0541
		8	0.23333	0.2871	1	-0.6828	1.1495
		9	-0.43333	0.2964	0.91	-1.3791	0.5125
		10	-0.21111	0.2871	1	-1.1273	0.705
		1	0.37037	0.2945	0.96	-0.5696	1.3103
		2	0.18519	0.2945	1	-0.7548	1.1251
		3	0.2963	0.2945	0.99	-0.6436	1.2362
		4	0.04167	0.3036	1	-0.9272	1.0105
	8	5	-0.21212	0.2808	1	-1.1083	0.6841
		6	-0.125	0.3036	1	-1.0939	0.8439
		7	-0.23333	0.2871	1	-1.1495	0.6828
		9	-0.66667	0.3036	0.46	-1.6355	0.3022
		10	-0.44444	0.2945	0.89	-1.3844	0.4955
		1	1.03704*	0.3036	0.03	0.0682	2.0059
		2	0.85185	0.3036	0.14	-0.117	1.8207
		3	0.96296	0.3036	0.05	-0.0059	1.9318
	9	4	0.70833	0.3124	0.41	-0.2886	1.7053
		5	0.45455	0.2903	0.86	-0.472	1.381
		6	0.54167	0.3124	0.78	-0.4553	1.5386

Anexo F: Listado de panelistas para la aceptabilidad general del pan optimizado

	Nombres y Apellidos	Edad
1	Leeroy Stefan Olimpo Gaspar	17
2	Alessandro Marcha Cesti	14
3	Ignacio Ramirez Yovera	15
4	Milagros Noemi Roque	15
5	Pilar Choque Hinostroza	14
6	Sara Lobaton Bravo	15
7	Elizabeth Ramos Rodriguez	14
8	Maria Valencia Ayala	15
9	Kiara Anahi Calderon Choquehuanca	15
10	Dafne De Pinno Vera	14
11	Maria Fernanda Dionicio Juarez	15
12	Tatiana Duymovich	15
13	Massiel Vare Dominguez	14
14	Anay Martinez Guzman	14
15	Renzo Peceros	14
16	Hender Cumapa	14
17	Mariella Robles Cumpa	15
18	Santiago Montoya	13
19	Dulce Clarita Giron Tomoguillo	17
20	Romina Torres Espinosa	17
21	Reykjavik Quintero Valera	17
22	Dharma Espino	17
23	Karla Zevallos	16
24	Valery Alvarado	16
25	Yehude Vasquez Mozombite	16
26	Amiara Ramon	17
27	Ariana Alva	17
28	Jennifer Cicarelli Gey Gonzales	16
29	Rosa Gabriela Bahamonde Linares	17
30	Edit Evelin Calle Cordova	16
31	Edita Livia Calle	16
32	Leslie Celina Huaman Aldriba	17
33	Anahi Nicole Ramirez Pacheco	15
34	Danna Nicol Gomez Ballon	16
35	Aurea Navincopa Correa	17
36	Norma Pacheco	17
37	Litzy Diaz Celis	16
38	Raul Romulo Zapata	14
39	Sebastian Zanzoza Bautista	17
40	Thais Coluncho	16
41	Eduardo Ramirez Oñate	17

42	Johan Chumpitaz	17
43	Reimer B. Torres H.	17
44	Jhon Puchuri Garza	16
45	Pablo Robin Cucho	17
46	Jesus Lobaton	16
47	Nicolas Gonzales	16
48	Andrea Robles	17
49	Jose Rebilla Gomez	17
50	Jeremi Andre Antonio Garay	17
51	Sameer Huamani Cardenas	17
52	Jose Miguel Hinoostroza Garcia	16
53	Andrick Gutierrez Quispe	15
54	Diego Manuel Chuquillanqui	16
55	Alexander Enrique Machuca Chumpitaz	17
56	Enrique Coronado Perez	16
57	Diego Huaman	16
58	Mauricio Rodriguez Gutierrez	17
59	Cristhofer Guerrero	17
60	Deivis Samuel Guanina Saliplina	16
61	Lionel Rodriguez	16
62	Rodrigo Valdez Flores	17
63	Anthony Yanagaro Cano	15
64	Javier Huapaya Chirinos	17
65	Josue Lavado	16
66	Estefani De La Cruz	17
67	Arianne Perez	17
68	Emily Lanette	18
69	Joseth Diaz Suskca	17
70	Elvis Moquillaza	15
71	Diego Alonso Saravia Mandiola	15
72	Nadira Valdivia Medina	14
73	Veronika Bereche Vesancio	15
74	Luciana Ramos Magollon	15
75	Anderson Meza	15
76	Victor Melgarejo Torres	14
77	Maria Fernanda Tarazona Gonzales	15
78	Michael Alonso Inti Alva	15
79	Fabricio Parra	14
80	Vianka Jaretzy Garcia Carmona	15
81	Rodrigo Ortiz	15
82	Valeria Carmona	15
83	Jazmin Dayana Anchaya	15
84	Daniella Castilla Nicho	14
85	Mel Nicolas de Jesus Reyes Cabrera	15
86	Jimena Gamboa Zamora	15

87	Adrian Dantes Herrera Destinobles	15
88	Piero Gutierrez	14
89	Erick Jairo Ayala Veintenilla	15
90	Antonio Mozombite Ferrer	16

Anexo G: Resultados de la prueba de aceptabilidad general en la evaluación de la formulación del pan optimizado

	FO
1	5
2	3
3	3
4	5
5	4
6	4
7	3
8	5
9	4
10	5
11	4
12	4
13	3
14	3
15	4
16	4
17	4
18	4
19	3
20	3
21	4
22	4
23	4
24	4
25	5
26	3
27	3
28	4
29	5
30	4
31	4
32	3
33	3
34	3
35	4
36	4
37	3
38	4
39	3
40	4
41	4
42	3
43	4

44	5
45	3
46	5
47	3
48	3
49	4
50	4
51	5
52	3
53	3
54	5
55	4
56	3
57	5
58	5
59	4
60	4
61	3
62	3
63	4
64	4
65	4
66	5
67	4
68	3
69	4
70	3
71	5
72	3
73	3
74	4
75	3
76	5
77	4
78	4
79	3
80	5
81	3
82	4
83	4
84	4
85	4
86	4
87	4
88	4
89	5

	90	5	
--	----	---	--

Anexo H: Fotos de las encuestas de aceptabilidad general de las formulaciones del pan





Anexo I: Fotos de las encuestas de aceptabilidad general de la formulación del pan optimizado



Anexo J: Detalle del cálculo de la digestibilidad, C.A. y el PDCAAS de la formula optimizada

Cantidad de aminoácidos presente en las harina y patrón de referencia (10 a 12 años) aminoacídico para escolares.

Aminoácidos esenciales (AAE)	Anchoveta	Centeno	Trigo	Patrón de AAE
	(g/100g proteína)	(g/100g proteína)	(g/100g proteína)	(g/100g proteína)
Lisina	5.0	3.7	3.1	4.4
Metionina	1.9	1.6	4.3	2.2
Treonina	2.7	3.3	3.1	2.8
Triptófano	0.7	1.1	1.2	0.9
Total AAE	10.3	9.7	11.7	10.3

Contenido de aminoácidos total y determinación del C.A.

Aminoácido esencial (AAE)	Anchoveta (%)	Centeno (%)	Trigo (%)	AAE (%)
Lisina	0.4	1.702	1.426	3.528
Metionina	0.152	0.736	1.978	2.866
Treonina	0.216	1.518	1.426	3.16
Triptófano	0.056	0.506	0.552	1.114

Aminoácido esencial (AAE)	AA que aporta cada componente (%)	Patrón de aminoácido (g/100 g proteína)	Score químico (%)
Lisina	3.528	4.4	80.182
Metionina	2.866	2.2	130.273
Treonina	3.16	2.8	112.857
Triptófano	1.114	0.9	123.778

Cálculo de la digestibilidad y el PDCAAS de la mezcla.

Coeficientes de digestibilidad teorica (CD) (%) multiplicado por su % de la cantidad que entra en la mezcla									Digestibilidad	PDCAAS
Anchoveta			Centeno			Trigo				
0.94	0.080	0.0752	0.72	0.46	0.3312	0.86	0.46	0.3956	80.20	64.31

Anexo K: Análisis fisicoquímico del pan de centeno complementado con harina de anchoveta



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 004393-2023

SOLICITANTE : DARLING FALCON CARDENAS

DIRECCIÓN LEGAL : LAS TORCASAS 126 C URB LIMATAMBO - SURQUILLO - LIMA

DNI : 47753650 **Teléfono** : 969 745 396

PRODUCTO : PAN DE MOLDE

NÚMERO DE MUESTRAS : Uno

IDENTIFICACIÓN/MTRA : S.I.

CANTIDAD RECIBIDA : 1892,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.

MARCA(S) : S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.

SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 003395 -2023

REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA

FECHA DE RECEPCIÓN : 03/11/2023

ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO

PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Humedad (g/100 g de muestra original)	40,1
2.- Grasa (g/100 g de muestra original)	0,5
3.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	2,8
4.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,4
5.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	80,8
6.- % Kcal. proveniente de Grasa	1,9
7.- % Kcal. proveniente de Proteínas	17,3
8.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	230,9
9.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	46,6
10.- Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor:6,25)	10,0
11.- Hierro (Partes por millón)	40,5
12.- Detección de Bromato (Cualitativo)	Negativo
13.- Acidez (g/100 g de muestra original) (Expresado como ácido sulfúrico)	0,32

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1.- AOAC 925.10 Cap. 32, Pág. 1, 21st Edition 2019

2.- AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 21st Edition 2019

3.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019

4.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)

5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

9.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993

10.- AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 21st Edition 2019

11.- AOAC 985.35 Cap. 50, Pág. 15-17, 21st Edition 2019

12.- AOAC 956.03 Cap. 32, Pág. 20-21, 21st Edition 2019

13.- NTP 205.008:1976 (Revisada al 2019)

CONTINUA INFORME DE ENSAYOS N° 004393-2023

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 004393-2023

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 03/11/2023 Al 15/11/2023.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Valido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 15 de Noviembre de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Barco
 Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
 Directora Técnica (e)
 CBP - N° 01232

Pág. 2/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú