

Formulación y aceptabilidad de una hamburguesa de pescado bonito (*thunnus alalunga*) con tarwi (*lupinus mutabilis*) mediante método de diseño de mezclas con software estadístico.

Cachay Boza Orestes^{1*}, Pardave Livia Jhony¹, Castro Retes Augusto Angel¹, Paucar Luna Jorge Anastacio¹,

Quispe Perez Emilio Felix¹

¹ Universidad Nacional "Federico Villareal", Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: Cachay Boza Orestes.

(Recibido: 10-10-2025. Publicado: 05-03-2026.)

DOI: 10.59427/rcli/2026/v26cs.024-033

Resumen

El objetivo de la investigación fue desarrollar una formulación de hamburguesa a base de pescado bonito y tarwi mediante la metodología del diseño de mezclas. Para ello se desarrollaron 3 formulaciones considerando como variables de entrada a los ingredientes prioritarios de una hamburguesa como la pulpa de pescado, la harina de tarwi y granos cocidos de tarwi; y como variables respuestas el valor nutricional, la textura y la aceptabilidad. El modelo empleado es de vértices extremos sin puntos centrales ni axiales con los 3 ingredientes prioritarios con una de mezcla de 0 a 1 que suman al final entre los 3 ingredientes el 100 % con un porcentaje de 95 % confianza. En respuesta del análisis se puede observar que la mezcla formula 1 con un porcentaje del 60 % pulpa de pescado 35 % harina de tarwi y 5 % pulpa de tarwi nos brinda mejor textura con un valor aproximado de 715. Analizando el valor nutricional según las proporciones brindan un alto valor nutricional en los nutrientes de proteínas con un valor aproximado de 23.56 por porción de 100 g del mismo modo el fosforo con un valor aproximado de 249.86 por porción de 100 g este valor nutricional cubre el 50 % de los requerimientos diarios. Luego de ello empleando un panel entrenado conformado por 6 jueces se evaluó la textura de las hamburguesas dando como resultado el tratamiento 1 con la formulación de 65 % de pulpa de pescado y 35 % harina de tarwi.

Palabras claves: Seguridad alimentaria, valor nutricional, mezcla adecuada, optimización estadística.

Abstract

The objective of the research was to develop a hamburger formulation based on bonito fish and tarwi using the mix design methodology. For this, 3 formulations were developed considering as input variables the priority ingredients of a hamburger such as fish pulp, tarwi flour and cooked tarwi grains; and as response variables the nutritional value, texture and acceptability. The model used is of extreme vertices without central or axial points with the 3 priority ingredients with a mixture of 0 to 1 that add up to 100 % at the end between the 3 ingredients with a percentage of 95 % confidence. In response to the analysis, it can be observed that the formula 1 mixture with a percentage of 60 % fish pulp, 35 % tarwi flour and 5 % tarwi pulp gives us a better texture with an approximate value of 715. Analyzing the nutritional value according to the proportions They provide a high nutritional value in protein nutrients with an approximate value of 23.56 per 100 g portion, in the same way phosphorus with an approximate value of 249.86 per 100 g portion, this nutritional value covers 50 % of the daily requirements. After that, using a trained panel made up of 6 judges, the texture of the hamburgers was evaluated, resulting in treatment 1 with the formulation of 65 % fish pulp 35 % tarwi flour.

Keywords: Food safety, nutritional value, proper blending, statistical optimization.

1. Introducción

La tendencia mundial en nutrición humana demuestra el deseo de los consumidores de prevenir los riesgos de enfermedades, esto lleva a la población a consumir alimentos naturales que son más que solo olor, sabor, textura o valor nutricional. Entre los alimentos que brindan beneficios para la salud se encuentran los alimentos funcionales, son en particular alimentos con alto valor nutricional, que son componentes de alimentos o partes de alimentos que brindan beneficios médicos, incluida la prevención y el tratamiento de enfermedades. Tal como lo define la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, los alimentos funcionales son “cualquier alimento o elemento dietético que pueda brindar un beneficio o ayuda para la salud mayor que el que brindan los nutrientes tradicionales que contiene”. (Washington, D.C, National Academy Press, 1994). Es casi una afirmación de que desde hace mucho tiempo la creciente desnutrición y problemas de salud en las personas cada vez es más crítico no solo por el aumento de problemas de salud que antes eran únicamente en persona de edad adulta sea el caso de diabetes y más casos como obesidad ahora estas enfermedades están incluso ya en niños. Debido a esto el Perú lo ve como un problema de extrema prioridad sobre todo porque es fundamental en las personas y más incluso en los niños para su desarrollo cognitivo. De esta manera es importante que la ciudadanía adopte una serie de cambios en cuanto a sus hábitos de consumo, teniendo presente su valor nutricional llamando esto como un proceso de “cultura alimentaria”.

El presente proyecto de investigación es una propuesta de diseño de producto innovador y con alto valor nutricional, el cual beneficiará a la alimentación de la gran población de los niños y jóvenes principalmente. Según (Gómez, 2015) en su trabajo “Procesamiento, valor nutricional y aceptabilidad de hamburguesas a base de pulpa de camotillo *Diplectrum conceptione*- Valenciennes, 1828” “Realizó con el propósito de maximizar la aceptabilidad de la hamburguesa elaborada a partir de pulpa de la especie *Diplectrum conceptione*, camotillo”. Para la obtención de la mezcla principal para la elaboración de la hamburguesa, se evaluó el aprovechamiento y las características físico organolépticas del producto fresco; así mismo, se le determinó el análisis químico proximal. Para la elaboración del producto mencionado se tomaron en consideración diferentes tipos de formulaciones, con sus porcentajes respectivos de pulpa de pescado (Formulación 1: 100 %, Formulación 2: 90 % y Formulación 3: 85 %); y pulpa de res (Formulación 2: 103: 15 %) respectivamente. El resultado obtenido de los análisis físico organolépticos, químico proximal, y microbiológicos de la hamburguesa elaborada con pulpa de camotillo lograron obtener un puntaje con valor de “buena calidad”, siendo este un producto apto e inocuo para la venta y producción. Asimismo, se plantea una vida útil del producto de 30 días a -20°C. Según (Alván Berenz, 2017) en “Elaboración y evaluación de calidad de hamburguesa a partir de cáscara de plátano ”*Musa paradisiaca* Lz pulpa de pescado dorado ”*Brachyplatystoma filamentosum*”

En este trabajo de investigación se utilizó dos especies de alimentos típicos de la Amazonia, siendo el primero el pescado, este caso la Especie Dorado, y la cascara del plátano, se puede observar como haciendo los análisis fisicoquímico, de estos dos insumos que están en mayor porcentaje en la formulación planteada, presentando 04 las formulaciones propuestas, los insumos fueron los siguientes: Pulpa de pescado dorado , cascara de plátano verde cocinado, pan molido, cebolla picada, sal común, ajos molido, manteca vegetal, glutamato monosódico, pimienta negra, azúcar blanca, mantequilla, huevo fresco, colorante carmín, humo líquido, condimento chorizo parrillero. Posteriormente se realizaron pruebas de análisis sensorial, previa fritura de la Hamburguesa, en un sartén, se hizo la prueba sin ningún tipo de ingrediente adicional. De todas las formulaciones (04), se concluyó que la formulación F3, es la que mejor características sensoriales como color, sabor, olor, y apariencia general, la formulación es como sigue: cascara de plátano Verde 15 %, pulpa de pescado dorado 60 %, pan molido 6.10 %, cebolla picada 8.50 %, sal común 2.0 %, ajos molido 0.40 %, manteca vegetal 2.0 %, glutamato monosódico 0.40 %, pimienta negra 0.10 %, azúcar blanca 0.425 %, mantequilla 1.0 %, huevo fresco 4.00 %, colorante carmín 0.025 %, humo líquido 0.025 % y condimento chorizo parrillero 0.025 %. El flujo de proceso fue: materia prima (cascara de plátano), lavado, cocción (98o C x 30 minutos), enfriado (2 horas a To ambiente). Hasta ese momento cuando se parte de la cascara, ahora cuando se parte del pescado dorado, lavado (agua tibia 65oC x 30 minutos). cuando ya se tiene individualmente a las dos materias primas que entran en la formulación sigue: mezclado (1:4 = 1 de cascara de plátano y 4 de pescado dorado), moldeado (50 gramos cada molde), estabilizado (+- 4o C x 3 horas), empackado (películas de Polietileno de alta densidad PPL), tratamiento térmico (115o C x 15 minutos), enfriado (To ambiente y ventilación), almacenado (4°C), fritura (110o C x 5 minutos) y servido y consumo, el cual va acompañado con papas fritas, tomate, lechuga y pan tipo hamburguesa. Para finalizar se realizó los análisis fisicoquímicos los cuales nos dieron los siguientes resultados: humedad 71.50 % (b.h.), proteínas totales 14.20 %, grasas totales (b.h.), cenizas totales 1.98 % (b.h.), materia seca 28.50 %, energía total 130.08 %, reacción de Eber (-), pH (25oC): 5.60. Luego se realizó los análisis microbiológicos los que dieron como resultados: recuento de bacterias aerobias mesófilas (ufc/g) 1.5x 10⁴, *Escherichia coli* (NMP/g) 9.2, recuento de *Staphylococcus aureus* (ufc/g) <10, todos los resultados reportan datos menores a los exigidos en los requisitos en la R.M: 591-MINSA-DIGESA. Seguidamente se realizó las pruebas sensoriales donde realizamos una evaluación con 25 panelistas semi-entrenados donde se obtuvo como resultado que la formulación F3, es la formulación que mejor característica obtuvo, se aplicaron las pruebas estadísticas de las cuatro formulaciones donde se aplicó la prueba de ANOVA, con la prueba de Fisher, donde se trabajó, con un intervalo de confianza del 95 %, determinándose que no hay una diferencia significativa,

en cuanto a las características sensoriales. De acuerdo a (Robles Provelión, 2021) en “Elaboración de hamburguesa esterilizada en envase flexible a partir de recortes del fileteado de Perico (*Coryphaena hippurus*) y Pota (*Dosidicus gigas*)”.

En este trabajo se desarrolló un derivado cárnico esterilizada en envase flexible a partir de recortes del fileteado de perico (*Coryphaena hippurus*) y pota (*Dosidicus gigas*) frescos y congelados, cumpliendo con los requerimientos nutricionales. Para su elaboración se comenzó con una formulación que tras constantes modificación y pruebas se fue mejorando, quedando al final como formulación más apta con los siguientes ingredientes: “Recortes de perico (71 %) y recortes de pota (15.5 %), polifosfato – Abastol (0.2 %), aceite vegetal (2.5 %), ajo en polvo (0.15 %), cebolla en polvo (0.15 %), comino en polvo (0.15 %), almidón de papa (2.5 %), fibra de trigo (0.8 %), saborizante de hamburguesa (0.65 %), glutamato mono sódico (0.2 %), orégano en polvo (0.2 %), sal (1 %) y agua helada (5 %)”. Dentro de su elaboración se tomaron en consideración las siguientes etapas: Recepción de materia prima, descongelado, picado / homogenizado, mezclado, formado, precocinado, enfriado, envasado y sellado, esterilizado y enfriado, detector de metales, empacado y almacenado. Previo a esto se realizó la evaluación de la materia prima y por finalizar el proceso del producto terminado teniendo en cuenta los análisis: Organolépticos, físicoquímicos, nutricional, microbiológico y sensorial, en el caso del análisis sensorial a través de 10 panelistas no entrenados a través una escala hedónica de 9 puntos para así valorar el producto. Asimismo, se efectuó la estandarización del proceso térmico, donde se analizó la distribución de temperatura en la autoclave y la determinación del punto de calentamiento más lento. Además, se determinó los

parámetros de penetración de calor, con el objetivo de realizar el cálculo del tiempo de proceso térmico del producto final dando valor a lo calculado experimentalmente. Al respecto (Ruiz Muñoz, 2020) en “Evaluación sensorial de hamburguesas al sustituir parcialmente carne y grasa de cerdo (*Sus scrofa*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)”

En la presente investigación tuvo como finalidad evaluar sensorialmente las hamburguesas al sustituir parcialmente carne y grasa de cerdo por harina de tarwi, que permita obtener un producto sensorialmente muy atractivo, de alto valor nutricional y bajo costo. Se realizaron cuatro tratamientos principales, Muestra control (0 %), Formulación 1 (10 %), Formulación 2 (20 %), Formulación 3 (30 %), de sustitución parcial de carne y grasa de cerdo por harina de tarwi. Se analizaron los atributos de color, olor, sabor, jugosidad y terneza, a través de una escala hedónica de siete puntos con 25 jueces semi-entrenados. Los resultados de la evaluación sensorial fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor y Prueba de Tukey al 5 % de significancia, determinando como mejor tratamiento a la Formulación 2. Se evaluó las propiedades “físicas de rendimiento de cocción (66,68 %), reducción de diámetro (2,63 %), retención de grasa (64,20 %) y retención de humedad (30,14 %); además análisis químico proximal de proteína (13,86 %), grasa (26,80 %), carbohidratos totales (4,64 %), humedad (50,50 %), fibra cruda (0,50 %) y ceniza (4,20 %); también un balance de costo del producto (s/.1,63) y ahorro (10,42 %)”; y por último un análisis microbiológico acorde a la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01 (2008). La investigación concluyó que la sustitución del 20 % de carne y grasa de cerdo por harina de tarwi en hamburguesas, realizó un producto sensorialmente atractivo, con mejoras tecnológicas excelentes, optimizando el valor nutricional y reduciendo el costo final.

Según (Avila Gonzales & Carbajal Vega, 2019) en “Elaboración de hamburguesas de pulpa de anchoveta (*engraulisringueus*) y torta desgrasada de ajonjolí (*sesamumindicum*)” En el presente trabajo se evaluó el efecto de agregar torta desgrasada de ajonjolí a una hamburguesa producida a base de pulpa de anchoveta. Se plantearon 5 formulaciones en las cuales los porcentajes fueron los siguientes “(F1) 65 % y 35; (F2) 70 % y 30 %, (F3) 75 % y 25 %, (F4) 80 % y 20 % y (F5) 85 % y 15 %”, de pulpa de anchoveta y torta desgrasada de ajonjolí respectivamente. De las formulaciones elegidas mediante una prueba de preferencia, la formulación elegida fue la (F3) se obtuvieron: “Humedad = 55.8, Ceniza = 3.2, Grasa = 11.7, Proteína = 11.9 y Carbohidratos = 17.4. Asimismo, rendimiento de cocción (RC= 90.2 %), reducción del diámetro (RD = 2.97 %) y capacidad de retención de agua (RA = 50.33 %). Con respecto a textura, los resultados fueron: “Dureza = 72N, Adhesividad = 0.48N, Cohesividad = 0.53, Fracturabilidad = 13.5N, Elasticidad = 0.75N, Masticabilidad = 0.94”.

Numerosos estudios e investigaciones han demostrado que cultivos como el tarwi poseen importantes propiedades nutritivas; del mismo modo se ha demostrado deficiencia en la ingesta de nutrientes y compuestos medicinales en la población, lo que conduce a un problema generalizado en muchas regiones de todo el mundo, y que causa una variedad de enfermedades que antes era impensables para la población más joven del país como anemia, diabetes, obesidad y hipertensión, para brindar alternativas a esta realidad, se desarrolló la formulación de una hamburguesa con alta capacidad nutricional a partir de bonito y tarwi, ambas materias primas contienen bondades nutricionales. La incorporación de ingredientes funcionales en un formato de hamburguesa brinda a los consumidores una forma sencilla y de bajo costo de satisfacer ciertas necesidades relacionadas con la salud. El tarwi es un grano que se cultiva principalmente en la sierra alta, en los andes centrales del Perú; es por esa razón que esta investigación tiene la iniciativa de darle un uso apropiado a este cultivo, en un producto agroindustrial (hamburguesa) por sus bondades que posee; para combatir problemas inmunológicos, tiene propiedades como absorbente de calcio, por su alto contenido de proteínas, carbohidratos, fibras y calorías.

De igual forma el bonito es un cultivo que se encuentra en nuestra litoral marino en buenas cantidades, pero no lo aprovechamos adecuadamente; este producto hidrobiológico reconocido por todo el mundo por sus propiedades nutritivas, gracias a su aporte en ácidos grasos omega-3, el bonito ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares y reduce el colesterol y los triglicéridos, mejora la absorción del calcio por su contenido en vitamina D, combate la anemia gracias a su aporte en hierro, además de tener un gran impacto para la formación de la hemoglobina que también contribuye al transporte de oxígeno. Por lo tanto esta investigación, toma la iniciativa de hacer un uso adecuado de los productos andinos y marinos del Perú (Bonito y Tarwi) ricos en nutrientes y propiedades curativas, formulando y dando como resultado un producto agroindustrial que será ampliamente utilizado por el público en general, entonces es seguro decir que esta investigación beneficiará tanto a los productores de estos cultivos como al público en general al proporcionar una hamburguesa con propiedades nutritivas como una opción de alto valor agregado. Además, también plantear una formula industrial para su producción industrial y masiva a través de un método llamado diseño de mezclas que nos brindara a través de valores estadísticos una fórmula idónea para la producción y a raíz de esta realizar las variaciones en la formulación final. En relación la importancia social la presente investigación es de importancia social porque la anemia es un problema que afecta al país desde tiempos remotos y hasta la actualidad no se ha logrado combatir en un 100 %. (Villegas, 2019).

En el año 2020, el 12,1 % de la población menor de cinco años de edad del país sufrió desnutrición crónica según el Patrón de la Organización Mundial de la Salud (OMS), así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al publicar el documento PERÚ: Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales-2020; elaborado con información recopilada mediante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES). En el área urbana, la desnutrición crónica afectó al 7,2 % de este grupo población y en el área rural al 24,7 % de las niñas y niños menores de cinco años de edad. Además, la desnutrición afecta mucho más a la sierra y selva peruana. En lo que respecta a lo económico la presente investigación. Se halló que a nivel nacional en la perspectiva retrospectiva el costo de la desnutrición infantil para el 2011, fue de 10 999 millones de soles, equivalentes al 2,2 % del PBI de ese mismo año. Los costos prospectivos a nivel nacional, de quienes al 2011 tienen entre 0 y 59 meses, alcanzaron los 4505 millones de nuevos soles y representan el 0,9 % del PBI del año 2011. La mayor parte de los costos provienen de las pérdidas de productividad en ambos casos. Además, la desnutrición afecta mucho más a la sierra y selva peruana. (Alcázar, D, Huamán, & Aparco, 2013). En lo cultural, la presente investigación ayudara a revalorar la alimentación saludable como parte de la nueva cultura en los niños. La cultura alimentaria es socializar y traducir el conocimiento alimentario con la finalidad de acompañar a las familias de la comunidad hacia la seguridad alimentaria-nutricional e identificar su problema alimentario nutricional, para mejorar el estado nutricional de la comunidad. En lo ambiental, las modernas técnicas de agricultura, así como irrigación utilizando sistemas de riego, presentes en muchas de las plantaciones, permite a nuestros productores una optimización de recursos hídricos y fertilizantes. El tarwi crece en la sierra del Perú hasta los 3,200 msnm. Estos productos en su gran mayoría consumen mucho los nutrientes del suelo y agua sin embargo nuevos métodos de cultivo nos indican que se pueden reducir el porcentaje de desnutrición de los suelos en la serranía apoyando a la recuperación de estos mismos.

2. Bases Teóricas

Es una leguminosa oriunda de los Andes Sudamericanos, se le ubica desde los 1500 hasta los 3850 metros de altitud, encontrándolo en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina; siendo conocido por los pobladores desde hace más de 500 años. Actualmente, en muchos pueblos ocupa uno de los primeros lugares por su elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. El tarwi es una leguminosa de gran valor nutritivo, constituidos por proteínas y aceites en más de la mitad de su peso, estudios realizados muestran que la proteína varía de 41 % a 51 % y el aceite de 14 % a 24 %. (Garay C., 2015)

Lupinus mutabilis ha recibido diferentes nombres; siendo similar al *Lupinus albus* se le conoce como altramuza, por esta denominación en España. Se le conoce también como lupini y lupino amargo. Los nombres locales son “chocho” en Colombia, Ecuador y norte de Perú; tarwi o tarhui en el idioma quechua en la parte central y centro sur de Perú; tauri en la lengua aymara al sur del Lago Titicaca en Perú y Bolivia y chuchus muti en la zona quechua de Cochabamba. León (1964) menciona además el nombre ullus que se emplea en diferentes lugares del sur del Perú y Bolivia. El nombre utilizado en inglés es “Andean lupin” o “pearl lupin” mencionado en diferentes eventos. (Tapia, 2015).

2.1. Composición química del tarwi

Es conocido que el tarwi es rico en proteínas y grasas, motivo por el cual se debería promover un mayor consumo de esta leguminosa. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya, ya que supera en algunos casos el 50 %; mientras que su contenido graso es muy similar a esta (Tabla 1). Estudios realizados en más de 300 genotipos diferentes muestran que la proteína varía de 41 % a 51 % y el aceite de 14 % a 24 % reportan valores muy similares para proteínas (37,7 % a 49,7 %) y grasas (12,8 % a 22,2 %).

2.2. Bases teóricas del Pescado Bonito

El bonito su nombre científico es *sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier, 1831) (Scombridae), es una especie epipelágica nerítica de la Corriente Costera Peruana que vive formando cardúmenes y se distribuye desde Puerto Pizarro (Perú) a Talcahuano (Chile). (Chirichigno & Cornejo, 2001).

Son peces que cuya alimentación es de tipo carnívoro pues consumen peces pequeños como la anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns, 1842, además de crustáceos pelágicos y moluscos. Esta especie puede lograr medir hasta los 70 cm de longitud a la horquilla. Su cuerpo es de forma alargada, moderadamente robusto, posee una cabeza grande y puntiaguda, en la parte de su tronco presenta escamas diminutas y quilla lateral (ventral y pectoral). Su color es azul acero perdiéndose gradualmente en gris plateado en las partes inferiores. Vive en áreas de corrientes de afloramiento que se caracterizan principalmente por la temperatura relativamente baja, que oscilan entre 15° y 22°C. Estacionalmente se manifiestan por una concentración en las aguas superficiales costeras durante la primavera y verano, el bonito adulto desaparece en forma notoria durante el otoño e invierno.

3. Metodología

La investigación realizada es de tipo aplicada, este tipo de estudios utiliza la investigación básica previamente realizada por diferentes autores. La investigación aplicada cuenta con tres etapas:

- Investigación inicial, se refiere a la búsqueda de teórica dada por las ciencias básicas.
- Aplicación de la teoría a las diferentes problemáticas sociales o industriales para así poder elaborar un producto de acuerdo a su necesidad.
- Por último, se materializó el producto mediante prototipos, el cual estuvo orientado a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación, y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana. Se denomina aplicadas; porque en base a investigación básica, pura o fundamental en las ciencias fácticas o formales se formulan problemas o hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad. Se llama también tecnológico, porque su producto no es un conocimiento puro, sino tecnológico. Este tipo de investigaciones están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; por tanto, este tipo de investigación no se presta a la calificación de verdadero, falso o probable sino a la de eficiente, deficiente, ineficiente, eficaz o ineficaz (Esteban N., 2018).

Población y muestra

Población

La población de estudio son 300 niños y estará constituida por niños de 6 a 12 años de la Asociación Javier Heraud del distrito de Ate de la ciudad de Lima, este lugar fue escogido debido a que cumplía con los rangos de edades para la investigación.

Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra de la presente investigación, el tipo de muestreo que se utilizará será el aleatorio o probabilístico. Cuando se habla de una población de elementos limitados, la forma de delimitar la muestra es aplicando la fórmula para poblaciones finitas de Cochran. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

N = tamaño de la población (300)

n = tamaño de la muestra representativa que deseamos obtener.

Z= valor Z curva normal (2.58)

o = Desviación Estándar de la población (0.5)

e = error de muestra (0.05)

El tamaño de la muestra depende del resultado de la aplicación de la fórmula anteriormente planteada. Luego de haber hecho el cálculo de dicha fórmula, el resultado de la muestra a estudiar estuvo compuesto por 171 niños.

4. Resultados

El procedimiento que se siguió para la elaboración de las diferentes formulaciones de las hamburguesas, el mismo que se detalla a continuación.

Recepción de Materia Prima

Todos los ingredientes como la harina de tarwi, tarwi fresco y bonito que fue adquirida del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), los demás insumos fueron seleccionados de acuerdo a la marca y la fecha de vencimiento a fin de garantizar su calidad.

Pesado de Ingredientes

Los ingredientes tanto la harina de tarwi, tarwi fresco y bonito además insumos se pesaron con una balanza analítica de la marca SARTORIUS.

Despulpado y limpiado

El despulpado y el limpiado es tanto para ambas materias primas tarwi fresco y el bonito, en el caso del tarwi el limpiado es para el previo proceso de molido. En el caso del pescado pasa por el proceso de eviscerado, pelado y despulpado para proceder también al proceso de molido en donde la pulpa se homogeneizará para el previo mezclado.

Mezclado I

En esta etapa de proceso se añade harina de tarwi, pulpa de tarwi y pulpa de bonito se procedió a batir en velocidad 1 y en velocidad 2 por espacio de 5 minutos, finalmente se añadió los demás ingredientes para completar la formulación completa.

Moldeado

Se procede a moldear la mezcla realizada por los insumos en moldes de 50g.

Estabilizado

Se procede a colocar los moldes de 50g en bandejas para proceder a colocar los moldes a temperatura de 4°C a 3h.

Empacado

Se procede a realizar el empaquetado de los moldes en un proceso de sellado al vacío.

Envasado

Las hamburguesas fueron envasadas en bolsas de polipropileno de una capacidad de 6 unidades.

Almacenado

Las hamburguesas fueron almacenadas en un ambiente refrigerado, hasta que fueron utilizados en las pruebas sensoriales.

Con el fin de obtener la galleta en estudio se tomó los requisitos fisicoquímicos establecidos por el PRONAA (2009) y las tablas de composición de alimentos peruanos para hamburguesas. Para nuestro primer resultado de coeficientes de regresión estimados para la textura el punto a tomar en cuenta son los valores P de estos valores es donde podemos concluir gracias al programa estadístico cual es la mejor variante o formulación para la variable en análisis textura.

La tabla 1 corresponde a los coeficientes de regresión estimado para la textura en relación a las proporciones de los componentes.

Tabla 1: Coeficientes de regresión estimados para TEXTURA (proporciones del componente).

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
H. TARWI	115	107	*	*	2.30
TARWI	102	107	*	*	2.30
BONITO	597	107	*	*	2.30
H. TARWI*TARWI	565	472	1.20	0.245	2.25
H. TARWI*BONITO	852	472	1.81	0.086	2.25
TARWI*BONITO	780	472	1.65	0.114	2.25

La Tabla 2 presenta el análisis de varianza para la textura.

Tabla 2: Análisis de varianza para TEXTURA (proporciones del componente).

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	862866	862866	172573	6.39	0.001
Lineal	2	700532	400750	200375	7.41	0.004
Cuadrático	3	162334	162334	54111	2.00	0.146
H. TARWI*TARWI	1	18388	38770	38770	1.43	0.245
H. TARWI*BONITO	1	70143	88060	88060	3.26	0.086
TARWI*BONITO	1	73804	73804	73804	2.73	0.114
Error residual	20	540535	540535	27027		
Falta de ajuste	7	88082	88082	12583	0.36	0.909
Error puro	13	452453	452453	34804		
Total	25	1403402				

Según el cuadro de resumen modelo podemos ver que el porcentaje de R cuadrado es relativamente bueno. Podemos visualizar que 61.48 % de las respuestas son explicadas en este modelo. (tabla 3).

Tabla 3: Resumen del modelo obtenido.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
164.398	61.48 %	51.85 %	845762	39.73 %

Los resultados mostrados según nuestro análisis de diseño de mezclas en Minitab. En todas las gráficas (gráfica 1, gráfica 2 y gráfica 3)) como la textura va en aumento según el porcentaje de Bonito en la mezcla.

Según esto podemos analizar que formulación propuesta es la mejor para la característica en análisis y así ahorrar tiempo y dinero en la elaboración de diferentes muestras.

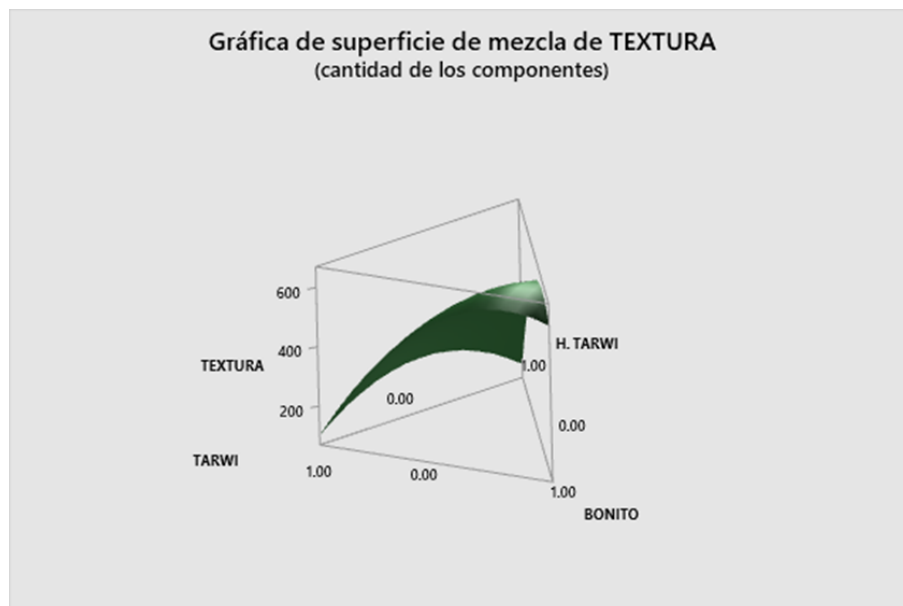


Figura 1: Superficie de mezcla de TEXTURA.

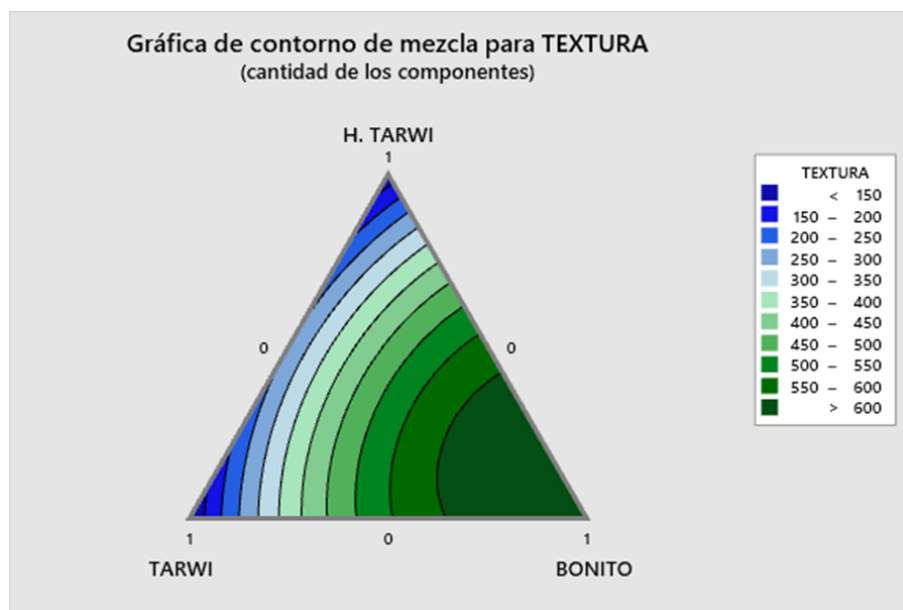


Figura 2: Contorno de mezcla de TEXTURA.

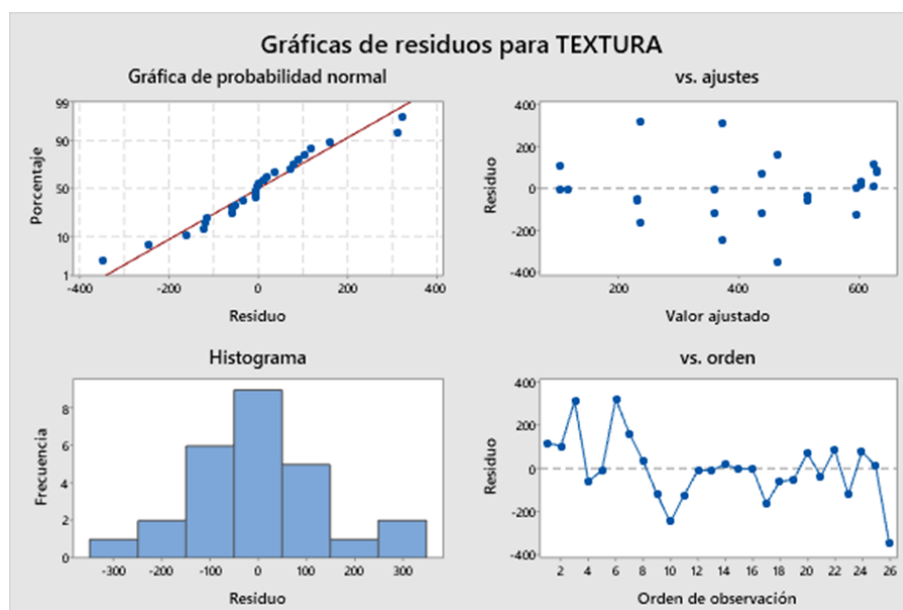


Figura 3: Resumen de gráficas de residuos para TEXTURA.

En la tabla 4 se presenta un consolidado de las variables independiente y dependiente, indicadores y metodología del estudio estadístico.

Tabla 4: Consolidado de resultados estadísticos de formulación y aceptabilidad del producto.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	METODOLOGÍA
Formulación de la hamburguesa	<i>g de bonito</i>	Tipo de investigación: experimental y cuantitativa Población: 300 niños de 6 a 12 años de la Asociación Javier Heraud del distrito de Ate Muestra Aleatorio. Se encuestará a 171 niños de 6 a 12 años Instrumentos: Escala hedónica: Me disgusta (+1) No me gusta ni me disgusta (+2) Me gusta (+3) Valoración estadística: Paquete estadístico SSPS.
	<i>g de tarwi</i>	
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	
Aceptabilidad de la hamburguesa	Escala hedónica	
	Me disgusta (+1)	
	No me gusta ni me disgusta (+2)	
Aceptabilidad de la hamburguesa	Me gusta (+3)	
	Me gusta (+3)	

5. Discusión

En el trabajo de investigación realizado por Castro en el año 2020 denominado “Elaboración de croquetas a partir de la nuca de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y en la tesis elaborada por Bustos en el año 2018 denominado “Enriquecimiento del valor nutricional de la hamburguesa de pota (*Dosidicus gigas*) con quinua”; obtuvieron en los resultados del análisis químico proximal un porcentaje de proteína menor en relación a este trabajo de investigación según los resultados de valor nutricional realizados en el laboratorio; pues Castro obtuvo en su producto un 8.12 % y bustos

obtuvo un 13.46 % mientras que en la hamburguesa de bonito y tarwi cocinado obtuvo un 23.56 %, 20.21 % y 21.32 % en sus formulaciones.

La revista Chilena de Nutrición en el año 2020 realizó un estudio denominado:

Caracterización fisicoquímica y análisis microbiológico de carne cruda de pescado *Oligosarcus robustus* y desarrollo de una hamburguesa de pescado en la cual obtuvo resultados fisicoquímicos de la hamburguesa mayores en humedad el cual fue de 78.6 % y en cenizas de 3.6 %, en comparación con la hamburguesa de bonito y tarwi procesado que obtuvo un 54.39 %, 50.21 % y 49.69 % de humedad mientras que el porcentaje ceniza obtenido fue de 1.56 %, 1.37 % y 1.21 %. Sin embargo, la hamburguesa de *Oligosarcus robustus* presenta un menor porcentaje de proteínas y lípidos de 14.6 %, y 2.9 % respectivamente; en comparación con la hamburguesa de bonito y tarwi que obtuvo en proteína un 23.56 %, 20.21 % y 21.32 %, en grasas obtuvo un 9.64 %, 8.68 % y 8.31 % en cada una de sus formulaciones.

Chumacero en el año 2016 realizó su tesis denominada “Elaboración experimental de snack a partir de pulpa de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D’Orbigny 1835)”, en donde en sus 3 formulaciones elaboradas presenta un incremento de humedad a medida que aumentaba el porcentaje de pulpa de pota y a medida que aumentaba el contenido de harina de soja el % de cenizas va aumentando, sin embargo, en la hamburguesa de bonito y tarwi cocinado sucede lo contrario, pues presenta menor contenido de humedad a medida que se va disminuyendo el porcentaje de bonito y a medida que aumenta el contenido de tarwi el porcentaje de ceniza también disminuía todo esto nos ayuda a entender que la formulación brinda mejores resultados nutricionales.

6. Conclusiones

Empleando un panel entrenado conformado por 6 jueces se evaluó la textura de las hamburguesas dando como resultado el tratamiento 1 con la formulación de 65 % de pulpa de pescado 35 % harina de tarwi. Se establecieron las condiciones óptimas para la obtención de la hamburguesa de pesado bonito y la harina de tarwi. Se determinó la aceptabilidad de las tres formulaciones de hamburguesa de pesado bonito y la harina de tarwi estableciéndose como la mejor, siendo esta la formulación F1.

7. Referencias bibliográficas

- Ángeles, E. y Conde, K. (2023). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de barras empanizadas precocidas de pescado amazónico (*Piaractus brachypomus*).
- Atoche, A. (2024). Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales para una sopa instantánea. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Avila Gonzales, C. O., & Carbajal Vega, J. P. (2019). Elaboración de hamburguesas de pulpa de anchoveta (*engraulisringus*) y torta desgrasada de ajonjolí (*sesamumindicum*)
- Castellanos Tolosa, N y Sanchez Jimenez, M. (2021). Desarrollo de carne de hamburguesa a base de harina de grillo. Universidad de los Andes.
- Gamarra Castillo, O. (2022). Diseño de un sucedáneo de hamburguesa a partir de proteína de origen fúngico (*Aspergillus oryzae*). Universidad de los Andes.
- Gómez, J. C. (2015). Procesamiento, valor nutricional y aceptabilidad de hamburguesas a base de pulpa de camotillo *Diplectrum conceptione*- Valenciennes, 1828 [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional. Obtenido de
- Montalvo-Navarro, Carlos, Cumplido-Barbeitia, Germán, González-Ríos, Humberto, Montoya-Ballesteros, Luz del Carmen, Pérez-Báez, Anna Judith, Zamorano-García, Libertad, & Valenzuela-Melendres, Martín. (2022). Uso de un diseño de mezclas para el desarrollo de hamburguesas de carne de bovino, con un perfil nutricional mejorado con harina de linaza, pulpa de mango y ciruela deshidratada. *Biotecnia*, 24(1), 97-106. Epub 13 de junio de 2022.
- Orozco Villa, Henry Geovanny. (2014). Formulación, elaboración y control de calidad de hamburguesas con carne de res y cerdo deshidratada y determinación de las instrucciones para su rehidratación. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Robles Provelión, A. J. (2021). Elaboración de hamburguesa esterilizada en envase flexible a partir de recortes del fileteado de Perico (*Coryphaena hippurus*) y Pota (*Dosidicus gigas*)
- Ruiz Muñoz, L. A. (2020). Evaluación sensorial de hamburguesas al sustituir parcialmente carne y grasa de cerdo (*Sus scrofa*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)
- Washington, D.C, National Academy Press. (1994). Enhancing the food supply . Opportunities in the Nutrition and Food Sciences, 98-42. Obtenido de
- Sánchez, J y Martínez, W. (2022). Planta procesadora de carne de pescado a nuggets. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bucaramanga.
- Washington, D.C, National Academy Press. (1994). Enhancing the food supply . Opportunities in the Nutrition and Food Sciences, 98-42. Obtenido de
- Zapata, J. (2024). Características proximales y sensoriales de galletas sustituidas parcialmente por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet), frijol de palo (*Cajanus cajan*) y algas (*Porphyra columbina*).