

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLE

<https://dx.doi.org/10.14482/inde.41.01.616.012>

Análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial de nuggets elaborados a partir de bagre de faja (*Galeichthys peruvianus*)

Physicochemical, microbiological and
sensory analysis of nuggets made from
sashed catfish (*Galeichthys peruvianus*)

JOSÉ IGOR HLEAP ZAPATA *

MARIA FERNANDA SOLÍS ESTACIO **

SAÚL DUSSÁN SARRIA ***

* Grupo de Investigación en Manejo y Agroindustrialización de Productos de Origen Biológico, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Palmira (Colombia). Ingeniero pesquero, Ph.D. en Ingeniería de Alimentos. Profesor asociado del Programa de Ingeniería Agroindustrial. jhleapz@unal.edu.co.
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9692-5443>

** Grupo de Investigación en Manejo y Agroindustrialización de Productos de Origen Biológico, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Palmira (Colombia). Ingeniera agroindustrial. mfestacios@unal.edu.co.
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8198-3894>

*** Grupo de Investigación en Manejo y Agroindustrialización de Productos de Origen Biológico, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Palmira (Colombia). Ingeniero agrícola, Ph.D. en Ingeniería Agrícola. Profesor asociado del Programa de Ingeniería Agroindustrial. sdussan@unal.edu.co.
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9297-0781>

Correspondencia: José Igor Hleap Zapata. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, carrera 32 n°. 12-00, vía a Candelaria, Palmira (Colombia).
Teléfono: (602) 2868888. jhleapz@unal.edu.co

Origen de subvenciones: Artículo derivado del proyecto de investigación “Desarrollo de un producto alimenticio tipo Nuggets, a base de pescado de bajo valor comercial en el municipio de Tumaco (Nariño)” financiado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Tumaco. Código Hermes 54531



Resumen

Para el municipio de Tumaco (Nariño, Colombia) la actividad pesquera representa uno de los más importantes rubros de su economía; actividad que gira alrededor de la captura extractiva de pescado en embarcaciones artesanales. Sin embargo, gran parte del recurso corresponde a peces no comerciales, que generalmente terminan perdiéndose. Por lo anterior surge la necesidad de crear alternativas para el aprovechamiento de recursos ricos en valores nutricionales y organolépticos. Se desarrolló una alternativa alimenticia tipo *nuggets* a partir de bagre de faja (*Galeichthys peruvianus*). Para la elaboración de los *nuggets*, previamente se preparó una pasta de pescado denominada surimi, y a partir de ella se establecieron tres formulaciones con diferente adición porcentual de harina de trigo (5, 10 y 15 %). El diseño experimental consistió en un diseño aleatorizado simple, y a las diferentes formulaciones utilizadas se les determinó la actividad de agua (A_w), la composición química, el pH, los parámetros del color $CIE_{L^*a^*b^*}$ y el perfil de textura; además se les evaluaron las características microbiológicas y sensoriales. Se obtuvo que los *nuggets* con adición del 10 % de harina de trigo mostraron el mejor desempeño en cuanto a aporte proteico. Los valores de pH, A_w y las características texturales y de color no presentaron diferencias significativas. Se concluyó que la mejor formulación fue la establecida con 10 % de inclusión de harina de trigo y, en general, los *nuggets* presentaron una buena aceptación y, además, que el producto puede ser introducido en los mercados regionales del área del municipio de Tumaco.

Palabras clave: agroindustria pesquera, evaluación sensorial, *nuggets* de pescado, pescado no comercial, seguridad alimentaria.

Abstract

For the municipality of Tumaco (Nariño, Colombia) the fishing activity represents one of the most important items of its economy, an activity that revolves around the extractive capture of fish in artisanal vessels. However, a large part of the resource corresponds to non-commercial fish, which generally end up being lost. Therefore, the need arises to create alternatives for the use of resources rich in nutritional and organoleptic values. A nuggets-type food alternative was developed from straw catfish (*Galeichthys peruvianus*). For the elaboration of the nuggets, a fish paste called surimi was previously prepared and from it three formulations with different percentage addition of wheat flour (5 %, 10 %, and 15 %) were established. The experimental design consisted of a simple randomized design and the different formulations used were determined for water activity (A_w), chemical composition, pH, $CIE_{L^*a^*b^*}$ color parameters and texture profile, in addition to microbiological and sensory characteristics were evaluated. It was obtained that the nuggets with the addition of 10 % wheat flour showed the best performance in terms of protein intake. The values of pH, A_w and the textural and color characteristics did not present significant differences. It was concluded that the best formulation was the one established with 10 % inclusion of wheat flour and, in general, the nuggets presented a good acceptance and, in addition, that the product can be introduced in the regional markets of the area of the municipality of Tumaco.

Keywords: fish *nuggets*, fishing agroindustry, food safety, non-commercial fish, sensory evaluation.

Fecha de recepción: 28 de julio de 2022

Fecha de aceptación: 1 de noviembre de 2022

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales necesidades del ser humano, aún no resuelta en muchos países, es la ingesta de alimento de alta calidad, rica en proteínas y grasas saludables necesarias para el mantenimiento de su organismo, que garantice el normal funcionamiento del mismo y que ayude a prevenir diferentes enfermedades [1] - [4]. Para ayudar a resolver este problema, se han buscado fuentes alternativas de proteína de origen animal o vegetal [5] - [7], sin embargo, es necesario incrementar la investigación que permita mitigar esta situación en el corto y mediano plazo.

La situación en Colombia, y en particular en las poblaciones de la costa pacífica, no es diferente, ya que una alta cantidad de la población carece de una alimentación sana y completa [8], [9]. Tumaco, ubicado en la frontera con la República del Ecuador, sobre la costa pacífica, es un municipio cuya economía gira, en un alto porcentaje, en torno a la actividad pesquera [10]. Las pesquerías artesanales y de pequeña escala proveen la mayoría del suministro de pescado de la región suroccidental del país (21,2 %) [11]. La gran parte de estas pesquerías se centran en especies ampliamente conocidas y valoradas por sus características nutricionales, organolépticas y funcionales. Sin embargo, se dispone de una amplia variedad de especies ícticas, denominada pesca acompañante o incidental, cuya comercialización no es de gran impacto económico para los pescadores ni para la región, debido a su tamaño, forma, peso y características morfológicas, o por su baja demanda por parte de los consumidores, pero que son fuente importante de proteína y de otros nutrientes básicos para la alimentación humana [12]. En su gran mayoría estas especies son descartadas y su destino final es ser devueltas al mar.

Independientemente de que tanto la producción como el consumo per cápita de pescado se han incrementado en los últimos años en Colombia, convirtiéndose en productos de importancia para la alimentación gracias a su aporte nutricional [13] - [16], a sus propiedades sensoriales [17], [18] y a sus características funcionales [19], este consumo generalmente se da a partir de pescado fresco (refrigerado o congelado) o con alguna mínima transformación, relegándose a un segundo plano los productos procesados.

Entre los peces no comerciales del Pacífico colombiano, uno de los de mayor presencia en las capturas de atún y otras especies de importancia, así como también en las capturas de camarón, es el bagre de faja. Según describe Castañeda *et al.* [20], es un pez bentopelágico o demersal, que vive sobre fondos arenofangosos y puede encontrarse en aguas salobres y en la desembocadura de los ríos [20]. Su hábitat se encuentra en las costas del Pacífico suramericano, desde México hasta Chile [21]. Su composición química presenta un contenido de humedad de 79,57 - 89,42 %, de proteína de 16,85 - 17,97 %, de lípidos de 1,25 - 1,65 % y de cenizas 1,35 - 1,95 % [20]. A pesar de tener una talla que varía entre 15 y 38 cm, su rendimiento en filete no es muy alto (25 - 30 % con relación al peso del pesca-

do entero), razón por la cual su aprovechamiento para consumo humano es mínima y básicamente se ha destinado a la elaboración de harina de pescado para la alimentación animal [20]. En la costa pacífica, esta especie es subvalorada y no representa mayor interés para su consumo o comercialización. Surge, entonces, la necesidad de buscar nuevas posibilidades de transformación que conlleven a incrementar su valor alimenticio y comercial haciéndola más atractiva nutricional y sensorialmente para los habitantes de la costa pacífica colombiana. Una de las alternativas es la producción de alimentos de fácil preparación y conservación que garanticen una vida útil prolongada [22] y, sobre todo, que respondan a las necesidades nutricionales de los habitantes de la región, y además con la posibilidad de ser llevados a otras regiones de Colombia.

Las propiedades nutricionales, ya referidas, han permitido desarrollar múltiples productos para consumo humano, entre los cuales se destacan los preelaborados y congelados [14], [23]. Los *nuggets* se definen como un alimento elaborado total o parcialmente a base de una pasta muscular finamente picada, adicionada con condimentos apropiados de uso permitido y moldeados y rebozados o apanados antes de someterlos a un tratamiento térmico (freído u horneado), y representan una alternativa distinta de presentación para incrementar el consumo de pescado de especies de menor valor comercial.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar diferentes concentraciones de adición de harina de trigo en el desarrollo de un producto alimenticio tipo Nuggets, a partir de bagre de faja, para ser comercializado en la región de influencia del municipio de Tumaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fabricación de los *nuggets*

Los *nuggets* se elaboraron en el Laboratorio de Tecnología de Carnes de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. Los ejemplares fueron traídos vía aérea desde Tumaco en forma congelada (-18 ± 2 °C) en recipientes de poliestireno expandido termoaislados. Los demás aditivos e ingredientes se adquirieron en una tienda mayorista de la ciudad de Palmira (Valle del Cauca, Colombia) y en un expendio especializado en ingredientes alimenticios ubicado en la ciudad de Cali (Valle del Cauca, Colombia).

Para la elaboración de los *nuggets*, previamente se preparó una pasta de pescado denominada surimi, un tipo de materia prima elaborada a partir de la proteína miofibrilar del tejido muscular y que posee una muy buena capacidad de formación de gel y alto valor nutricional y que permite eliminar lípidos, sustancias indeseables y exceso de humedad [24], [25]. La elaboración del surimi se realizó de acuerdo con la metodología presentada por An *et al.* [26]. Para esto, el pescado fue eviscerado, descabezado, fileteado y separado de la piel y los huesos manualmente, para posterior-

mente picarlo en trozos de aproximadamente 4,0 x 3,0 x 1,5 cm. Los filetes picados fueron lavados con abundante agua potable fría ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) y, posteriormente, con una solución de NaCl al 0,05 % en una relación filete/solución de 1:5 (p/v). Seguidamente, los trozos de filete lavados se molieron en un molino de disco y cuchilla marca Torrey M-12-SF (México), con disco de 5 mm, y la masa obtenida se lavó sucesivamente en varios baches con el fin de eliminar las proteínas sarcoplásmicas y las grasas presentes. Con la ayuda de una centrífuga PCE-CFC 100 (Instruments, Albacete, España) a 3000 rpm durante tres minutos se retiró el agua sobrenadante y, posteriormente, se homogenizó utilizando un cúter (Hobart 84181D Corporation Troy, Ohio, USA), adicionando una solución de sacarosa al 4 % como agente crioprotector y 0,3 % de polifosfatos. El surimi final se empacó en bolsas de polietileno, en pesos uniformes de 250 g, utilizando una empacadora al vacío (Egarvac S.C.P. Basic B Vacarises, Barcelona, España) y se congeló rápidamente a -40°C . Posteriormente, se almacenó bajo congelación ($-20 \pm 2^\circ\text{C}$) hasta su utilización para la elaboración de los *nuggets*.

Los *nuggets* se fabricaron a partir del surimi previamente elaborado y siguiendo el procedimiento anotado por Bonato *et al.* [27] con algunas modificaciones establecidas en ensayos previos. Para ello se establecieron tres formulaciones con diferente cantidad de harina de trigo, con el fin de establecer la textura de los *nuggets* finales. En la tabla 1 se aprecian las formulaciones establecidas para el análisis.

TABLA 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS NUGGETS

Ingredientes	F1		F2		F3	
	%	g	%	g	%	g
Surimi de pescado	100,00	500,00	100,00	500,00	100,00	500,00
Aceite vegetal	6,00	30,00	6,00	30,00	6,00	30,00
Cebolla en polvo	7,00	35,00	7,00	35,00	7,00	35,00
Pimienta negra	0,70	3,50	0,70	3,50	0,70	3,50
Ajo en polvo	0,70	3,50	0,70	3,50	0,70	3,50
Sal	1,42	7,10	1,42	7,10	1,42	7,10
Leche en polvo	7,00	35,00	7,00	35,00	7,00	35,00
Proteína vegetal	5,50	27,50	5,50	27,50	5,50	27,50
Glutamato monosódico	1,00	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00
Nitritos	1,00	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00
Harina de trigo	5,00	25,00	10,00	50,00	15,00	75,00

F₁: Formulación 1 (5 % de harina de trigo); F₂: Formulación 2 (10 % de harina de trigo); F₃: Formulación 3 (15 % de harina de trigo).

Fuente: elaboración propia.

El surimi elaborado se sacó del congelador y se troceó manualmente en las mismas bolsas donde fue congelado. Tanto las materias primas como los ingredientes y aditivos se pesaron y con la ayuda de un cúter (Hobart 84181 D Corporation Troy, Ohio, USA) se sometieron al mezclado de los mismos, cuidando de que la temperatura no superara 12 °C. La masa obtenida se expandió sobre una bandeja de acero inoxidable hasta obtener un grosor (altura de la capa) de 1 cm y se sometió al proceso de congelación a -20 ± 2 °C. Posteriormente, los *nuggets* se formaron con la ayuda de un molde cilíndrico de 30 mm de diámetro con un peso promedio de 12 g ($12 \pm 0,2$ g). Los *nuggets* así obtenidos se sometieron al proceso de rebozado y apanado. El cual se desarrolló en tres momentos: cubrimiento con harina de trigo, adición de batido y cubrimiento con harina de pan finamente molida y adicionada con colorante dorado brillante. El batido, en forma de polvo seco, y el apanado se adquirieron listos para su uso en una empresa de aditivos para alimentos. El tratamiento térmico o precocción aplicado fue un freído suave, el cual se realizó utilizando aceite de girasol a 170 °C en una freidora eléctrica comercial M-WDF1000 (Bogotá, Colombia) con control de temperatura. Con la ayuda de una termocupla y basados en experimentaciones previas se determinó que la temperatura interna de los *nuggets* fuera de 38 – 40 °C en el centro térmico de los mismos, lo cual se logró en aproximadamente 60 segundos (30 segundos por cada lado). Por último, los productos finales fueron empacados al vacío en bolsas de polietileno para someterlos a congelación a -20 ± 2 °C.

Determinaciones químicas y físicas de los *nuggets* elaborados

Determinación de la composición química

Los análisis fisicoquímicos para las diferentes formulaciones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. La composición química se definió usando las normas de la AOAC [28]: materia seca método 934.01, proteína bruta método 940.25, extracto etéreo método 920.30, cenizas método 942.05, fibra detergente neutra método 962.09 y carbohidratos por diferencia con relación a los demás componentes. Por otro lado, la ingesta calórica se definió basados en el método de Berthelot-Malher, utilizando una bomba calorimétrica de oxígeno Parr 6300 (Parr Instrument Company, Moline IL, USA). Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Determinación del pH

Para cada formulación se tomaron al azar tres muestras directamente del cúter y en cada una se midió el pH. Para esto se utilizó el método propuesto por Mehdipour *et al.* [29]. Se tomaron cinco gramos de la masa y se mezclaron homogéneamente con 25 ml de agua destilada en un mezclador Polytron (T25-B, IKA, Malasia) durante 10

minutos a 1900 rpm. Los homogeneizados se filtraron y se midió el PH haciendo uso de un pH-metro digital marca Toledo MP 230 (Greifensee, Suiza).

Determinación de la actividad de agua (A_w)

La medición se llevó a cabo con la ayuda de un equipo AquaLab, 4te. (USA) calibrado con agua ionizada y solución de NaCl al 18,5 % y de acuerdo con la norma AOAC 987.19 [30].

Determinación de las coordenadas de color $CIE_{L^*a^*b^*}$ de los nuggets elaborados

Siguiendo el procedimiento propuesto por Ordóñez-Santos *et al.* [31] se definieron los parámetros del color, para lo cual se utilizó una cámara colorimétrica Minolta Meter CR-100 (Tokyo, Japón). Se determinó la luminosidad (L^*), la coordenada rojo-verde (a^*) y la coordenada amarillo-azul (b^*). De acuerdo con lo propuesto por Velasco [32], se usó un iluminante D65 (con un área de medición de 8 mm de diámetro) y un observador de 10° en un equipo calibrado con placa de cerámica blanca con valores de referencia $Y = 89,5$, $x = 0,3176$ y $y = 0,3340$ [32]. Para cada una de las formulaciones se tomó una muestra cilíndrica de los *nuggets* de 2,5 cm de largo y se les realizó una incisión longitudinal para determinar el color interno. Cada medición se realizó por triplicado.

Determinación del perfil de textura de los nuggets elaborados

Con la ayuda de un texturómetro para alimentos Shimadzu EZ-SX (Tokyo, Japón) y apoyados en la metodología propuesta por Savadkoochi *et al.* [33] se determinó la dureza, la cohesividad, la elasticidad, la masticabilidad y la gomosidad de los *nuggets* de cada uno de las formulaciones analizadas. La prueba de TPA se realizó utilizando una celda de prueba (50 mm x 50 mm) a una velocidad de 5 mm/min y se comprimió al 50%.

Evaluación de la calidad microbiológica de los nuggets elaborados

Para la evaluación microbiológica, todas las muestras se prepararon en forma aséptica apoyados en el método propuesto por Hussain *et al.* [34]. Una muestra de 10 g diluida en 90 ml de solución tamponada de fosfato de Butterfield (pH 7,2) se homogeneizó y nuevamente se tomó 1 ml, el cual se diluyó en serie de 10^{-2} a 10^{-7} y se inoculó una alícuota de 0,1 ml en diferentes medios de agar. La determinación de *Salmonella* spp. se realizó en un medio de tiosulfato, citrato, sal biliar y sacarosa y agar verde brillante. Para medir el recuento total de aerobios mesófilos se utilizó Plate Count Agar. *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva y *Escherichia coli* se cultivaron utilizando medios de agar Baird Parker y Tergitol t agar. Todos estos medios de agar se incubaron a 37°C durante 24 a 48 horas antes de estimar las colonias bacterianas.

Todos los recuentos se transformaron en fracción logarítmica de la cantidad de unidades formadoras de colonias (log UFC/g) y los valores finales se compararon con las Normas Técnicas Colombianas (NTC) establecidas [35].

Evaluación sensorial de los nuggets elaborados

La evaluación sensorial se realizó en Tumaco. Para esto, los *nuggets* se llevaron congelados en recipientes de poliestireno expandido termoaislados vía aérea. Se conformó un panel de 25 jueces no entrenados de ambos sexos con diferentes edades; para lo cual se obtuvo el consentimiento informado de los participantes. Los *nuggets* de las tres formulaciones se identificaron con números aleatorios diferentes de tres cifras y se frieron en aceite de girasol a 170 °C hasta que se obtuvo el color dorado deseado a una temperatura interna de 65 °C. Las muestras se dejaron reposar hasta una temperatura de aproximadamente 30 °C y se les suministraron a los panelistas en bandejas de plástico blanco bajo luz natural. Se proporcionó agua para enjuagar la boca entre las degustaciones. Se evaluó el sabor, el olor, el color y la textura, además de la aceptación general; para lo cual se utilizó una escala hedónica estructurada de siete puntos (1 = me disgusta mucho y 7 = me gusta mucho).

Análisis estadístico

Para la investigación se utilizó un diseño aleatorizado simple. Los resultados se muestran como valor medio \pm desviación estándar a partir de tres repeticiones. Todos los análisis estadísticos y el efecto de las variables se evaluaron con un análisis de varianza. La diferencia entre los valores medios de las diferentes formulaciones se definió utilizando una prueba de Tukey con una probabilidad de diferencias significativas de $p < 0,05$. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el programa SPSS v. 22.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas y físicas de los nuggets elaborados

Los resultados de las propiedades químicas y físicas se muestran en la tabla 2 para cada una de las formulaciones aplicadas.

TABLA 2. ANÁLISIS PROXIMAL, VALOR CALÓRICO, pH Y ACTIVIDAD DE AGUA (A_w) PARA LOS NUGGETS DE LAS DIFERENTES FORMULACIONES*

Parámetro analizado	F1	F2	F3
Materia seca total, %	39,63 ± 0,53 ^c	40,44 ± 0,66 ^b	43,99 ± 0,71 ^a
Proteína bruta, %	31,16 ± 0,08 ^a	31,98 ± 0,12 ^a	27,20 ± 0,15 ^a
Extracto etéreo, %	9,70 ± 0,44 ^a	7,65 ± 0,62 ^b	6,32 ± 0,69 ^c
Cenizas, %	8,40 ± 0,03 ^a	7,04 ± 0,04 ^a	6,31 ± 0,03 ^a
Carbohidratos, %	15,38 ± 0,83 ^c	20,83 ± 1,09 ^b	25,44 ± 1,18 ^a
Fibra detergente neutra, %	35,37 ± 0,98 ^a	32,50 ± 1,14 ^b	34,73 ± 1,01 ^a
Valor calórico, Kcal/100g	220,22 ± 1,24 ^c	230,12 ± 1,83 ^b	239,8 ± 1,59 ^a
pH	6,3 ± 0,21 ^a	6,3 ± 0,24 ^a	6,4 ± 0,24 ^a
Actividad de Agua (A_w)	0,98 ± 0,22 ^a	0,98 ± 0,31 ^a	0,97 ± 0,27 ^a

F₁: Formulación 1 (5 % de harina de trigo); F₂: Formulación 2 (10 % de harina de trigo); F₃: Formulación 3 (15 % de harina de trigo).

*Los datos se muestran en base seca.

^{a-c} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Fuente: elaboración propia.

Con el aumento de la concentración de harina de trigo en las diferentes formulaciones aumentaron los contenidos de materia seca y carbohidratos, presentando diferencias significativas (p<0,05). Lo anterior se puede atribuir a la mayor presencia de harina de trigo, la cual es rica en carbohidratos. Por el contrario, el contenido de extracto etéreo, proteína bruta y cenizas disminuyó al aumentar la concentración de harina de trigo incluida, aunque la disminución en el caso de la proteína y las cenizas no fue estadísticamente significativa. Oppong *et al.* [23] presentaron resultados similares en *nuggets* de pescado con emulgel de harina de arroz adicionados en diferentes concentraciones, lo mismo que Duman *et al.* [36] en *nuggets* elaborados a partir de carne de trucha fresca y ahumada, aunque el extracto etéreo difiere de los resultados de esta investigación, ya que ellos mostraron un crecimiento significativo. Contrariamente, los resultados obtenidos por Das *et al.* [37] mostraron una disminución en la humedad en *nuggets* elaborados a base de carne de cabra y residuos de pulpa de la fruta de bael (*Aegle marmelos*). La adición de una mayor concentración de harina de trigo causó a que la matriz cárnica, base de los *nuggets*, retuviera mayor cantidad de agua, así como también una disminución en la velocidad de desnaturalización de las proteínas a través de la formación de puentes complejos de proteína-proteína y proteína-almidón [38], lo cual les proporcionó una mayor consistencia a los pro-

ductos finales. El valor calórico aumentó significativamente con el incremento en la cantidad de harina de trigo añadida, lo cual se explica por el mayor valor energético aportado por dicha harina. Los valores del pH y A_w no presentaron variación significativa ($p < 0,05$) en las diferentes formulaciones.

Coordenadas de color CIE_{L*a*b*} de los nuggets elaborados

En la tabla 3 se aprecian los valores obtenidos para las coordenadas de color CIE_{L*a*b*}. A pesar de que se pudo observar un aumento entre las diferentes formulaciones tanto para la coordenada a* (rojez) como para la coordenada b* (amarillez), no fueron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Los resultados aportados por Goes *et al.* [39] mostraron que añadir harina de trigo conduce al aumento de las coordenadas a* y b* y, por lo tanto, al oscurecimiento de los nuggets. Igualmente, la tonalidad L* no presentó variaciones significativas para las diferentes formulaciones. La coloración, según los parámetros del CIE_{L*a*b*}, depende en un alto grado de la luminosidad, la cual, según los datos obtenidos, aumentó con el incremento en la concentración de harina de trigo añadida. Se pudo apreciar una similitud entre los datos aportados por Oppong *et al.* [23] para las coordenadas L* y b* en nuggets de pescado a los que se le adicionó emulgel de harina de arroz y los obtenidos en esta investigación, sin embargo, la coordenada a* presentó un leve descenso al aumentar la concentración de la emulgel añadida. Del mismo modo, los datos presentados por Chayawat *et al.* [40], en nuggets de pollo con harina desengrasada de salvado de arroz adicionada, mostraron un aumento en los valores de las coordenadas a* (rojez) y b* (amarillez), pero un descenso en el valor de la luminosidad L*. Las pequeñas diferencias observadas en las coordenadas de color se pueden atribuir al aumento de las partículas de grasa dispersas en la emulsión cárnica durante la preparación de los nuggets [40]. Se observó que aumentar la cantidad de harina de trigo causó una mayor reflexión de la luz en la masa proteica, lo cual propició una dispersión uniforme de las gotas de aceite [41].

TABLA 3. PARÁMETROS DE COLOR Y PERFIL DE TEXTURA DE LOS NUGGETS ELABORADOS A PARTIR DE SURIMI DE BAGRE DE FAJA

Parámetro analizado	F1	F2	F3
L*	55,39 ± 0,21 ^a	56,18 ± 0,17 ^a	56,44 ± 0,20 ^a
a*	10,77 ± 0,09 ^a	11,12 ± 0,12 ^a	11,42 ± 0,15 ^a
b*	50,79 ± 0,44 ^a	50,15 ± 0,36 ^a	51,02 ± 0,41 ^a
Dureza (N)	5,45 ± 0,32 ^c	5,56 ± 0,66 ^b	5,68 ± 0,57 ^a
Cohesividad	0,61 ± 0,12 ^a	0,65 ± 0,16 ^a	0,66 ± 0,18 ^a

Continúa...

Parámetro analizado	F1	F2	F3
Elasticidad (mm)	2,71 ± 0,52 ^a	2,80 ± 0,48 ^a	2,83 ± 0,61 ^a
Masticabilidad (N/mm)	2,88 ± 0,31 ^b	2,93 ± 0,28 ^a	2,97 ± 0,30 ^a
Gomosidad (N)	12,54 ± 0,44 ^a	12,67 ± 0,53 ^a	12,88 ± 0,58 ^a

F₁: Formulación 1 (5 % de harina de trigo); F₂: Formulación (10 % de harina de trigo); F₃: Formulación 3 (15 % de harina de trigo).

^{a-c} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Fuente: elaboración propia.

Perfil de textura de los nuggets elaborados

Los resultados relacionados con el perfil de textura se aprecian en la tabla 3. El parámetro de dureza presentó el mayor valor para la formulación F₃ (15 % de inclusión de harina de trigo), mostrando un aumento en relación con el aumento de la concentración de la harina de trigo, sin embargo, entre las tres formulaciones se apreciaron diferencias significativas (p<0,05). La inclusión de una mayor cantidad de harina de trigo contribuyó a la mayor consistencia de la emulsión cárnica, base de los *nuggets* elaborados. Los datos citados por Costa *et al.* [43] en *nuggets* de pescado con recubrimientos innovadores sin gluten coinciden con los de esta investigación. No se observaron diferencias significativas (p<0,05) para cohesividad, elasticidad y gomosisidad entre las diferentes formulaciones analizadas. La masticabilidad aumentó (p<0,05) en los *nuggets* de las formulaciones F₂ y F₃, con 10 y 15 %, respectivamente, de harina de trigo adicionada, lo cual se puede atribuir a la mayor presencia de almidón que al unirse al agua forma enlaces más difíciles de solubilizar. Los datos anotados se asemejan a los obtenidos por Santhi *et al.* [44] en una investigación con *nuggets* de pollo con harina de avena adicionada.

La textura de los *nuggets* finales en alto grado se relaciona con la composición química y las proporciones de los ingredientes utilizados, así como también con la capacidad de retención de agua (CRA) y con la temperatura interna de los mismos [45]. Al someter los *nuggets* al tratamiento térmico, se presentó la gelatinización del almidón y la evaporación de una fracción de humedad, lo cual provocó ciertos cambios en su estructura, aumentando su firmeza. En general, los *nuggets* se forman a partir de una matriz cárnica compleja conformada por fibras musculares, gránulos de almidón, partículas lipídicas, fibras residuales del tejido conectivo, colágeno, etc., unidas en una emulsión cárnica conformada por macromoléculas proteicas y agua. La elasticidad se define como la capacidad de una matriz para retomar su forma inicial por la intervención de una fuerza de compresión y la cohesividad como la capacidad de

una matriz para ser deformada sin que se presente ruptura [46], en consecuencia, el aumento de estos parámetros podría estar relacionado con la presencia de diferentes enlaces y puentes proteína-proteína, proteína-agua y proteína-almidón en la emulsión base de los *nuggets*.

Análisis microbiológico de los *nuggets* elaborados

Los resultados de los análisis microbiológicos (tabla 4) arrojaron que los *nuggets* de las tres formulaciones desarrolladas se ajustan a las condiciones establecidas por las NTC 1325 [47] y 4519 [35], asegurando, de esta forma, la calidad e inocuidad de los mismos.

El pescado, así como también los condimentos, no son materias biológicas estériles y pueden contener microorganismos que no se logran destruir durante el tratamiento térmico, lo cual produce una aceleración en la alteración y el deterioro de los productos finales. De acuerdo con lo anotado por Chaijan *et al.* [48], la máxima carga microbiana aceptable para productos pesqueros es de 7 log UFC/g-ml, lo cual se cumple en las tres formulaciones analizadas en esta investigación. El bajo contenido de coliformes totales en los *nuggets* de las diferentes formulaciones indica una muy buena aplicación de medidas sanitarias durante su procesamiento. Sin embargo, para garantizar la inocuidad de los *nuggets* finales, se deben emplear las normas existentes al respecto, tales como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las Buenas Prácticas de Higiene (BPH). Los datos anotados por Costa *et al.* [42] en su trabajo realizado con *nuggets* de pescado con recubrimientos sin gluten adicionados coinciden con los de esta investigación y anotan que la baja carga microbiana se atribuye al uso de materia prima fresca, a la correcta aplicación de los tratamientos térmicos, al rápido enfriamiento de los productos finales, al uso de empaques adecuados y al buen manejo sanitario en general.

TABLA 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS NUGGETS ELABORADOS A PARTIR DE SURIMI DE BAGRE DE FAJA

Parámetro analizado	Método	Valor normativo	F1	F2	F3
Recuento total de Aerobios Mesófilos UFC/g-ml	NTC 4519 (2009-04-15)	< 100.000	2.000	2.200	2.200
Coliformes totales UFC/g-ml	NTC 4458 (2007-12-12)	500 Max	<10	<10	<10

Continúa...

Parámetro analizado	Método	Valor normativo	F1	F2	F3
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva UFC/g-ml	NTC 4779 (2007-08-29)	<100	<100	<100	<100
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor UFC/g-ml	INVIMA, 1988	100 Max	<10	<10	<10
Detección de <i>Salmonella</i> en 25 g	NTC 4574 (2007-03-21)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Detección de <i>Escherichia coli</i> UFC/g-ml	NTC 4458 (2007-12-12)	<10	<10	<10	<10
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i>	INVIMA, 1988	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

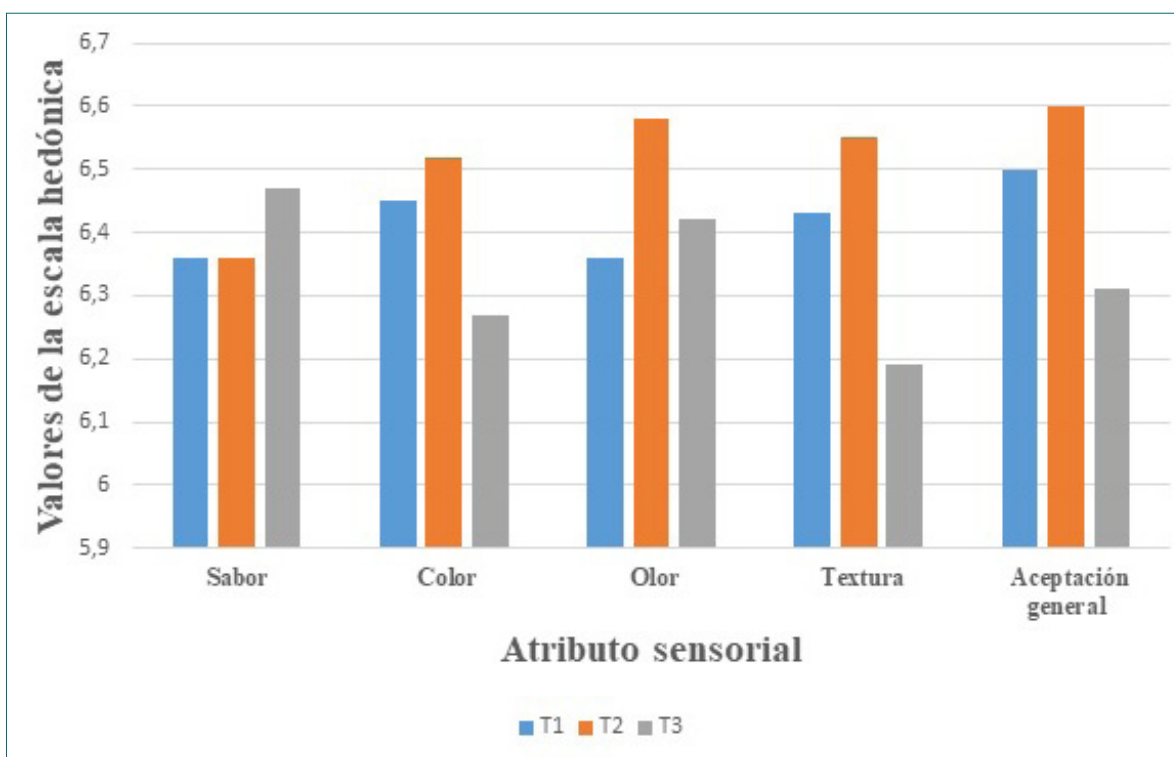
F₁: Formulación 1 (5 % de harina de trigo); F₂: Formulación 2 (10 % de harina de trigo); F₃: Formulación 3 (15 % de harina de trigo).

Fuente: Adaptado de Velasco [32].

Evaluación sensorial de los nuggets elaborados

La figura 1 muestra los datos obtenidos tras la evaluación sensorial de los *nuggets* de las tres formulaciones analizadas; para lo cual se recopilaron los datos referentes a “me gusta muchísimo”, “me gusta mucho” y “me gusta ligeramente” de la escala hedónica aplicada.

La media de los datos obtenidos a partir de la apreciación de los jueces evaluadores osciló alrededor de “me gusta mucho” en todos los atributos. Sin embargo, el color mostró la mejor evaluación para la formulación F₂ (10 % de inclusión de harina de trigo), mientras que la menor evaluación se presentó para el atributo de textura en los *nuggets* de la formulación F₃ (15 % de inclusión de harina de trigo). Estos datos concuerdan con los hallados previamente en esta investigación para el perfil de textura y para la colorimetría. Los resultados estadísticos no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el sabor, el olor y la apreciación general para los *nuggets* de las tres formulaciones.



F₁: Formulación 1 (5 % de harina de trigo); F₂: Formulación 2 (10 % de harina de trigo);
F₃: Formulación 3 (15 % de harina de trigo).

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 1. PUNTAJES SENSORIALES PROMEDIO DE LOS NUGGETS ELABORADOS

A partir de los datos obtenidos se puede concluir que, con relación a los atributos sensoriales, la formulación de los *nuggets* que mayor valoración sensorial obtuvo fue la correspondiente a la formulación F₂ (10 % de inclusión de harina de trigo), y presentó la nota más alta en relación con el color, el olor, la textura y la apreciación general. Sin embargo, se puede inferir que en relación con el atributo “sabor” no se apreciaron diferencias significativas en las diferentes formulaciones.

CONCLUSIONES

Se estableció una formulación para la elaboración de los nuggets a base de bagre de faja para ser producido y comercializado en el municipio de Tumaco. De las tres formulaciones elaboradas, la que mejores parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, texturales, de color y sensoriales presentó fue la correspondiente a la inclusión del 10 % de harina de trigo en relación con el peso del surimi utilizado en la formulación para la elaboración de los *nuggets*. La evaluación sensorial mostró una opinión favo-

nable para los *nuggets*, lo que permite concluir que el producto desarrollado gozaría de amplia aceptación en el mercado de productos pesqueros transformados, con la ventaja de ser elaborados con una materia prima de muy buenas propiedades nutricionales y de relativo bajo valor comercial. Finalmente, el desarrollo de los *nuggets* producto de esta investigación puede convertirse en una alternativa de tipo económico para los pescadores y, en general, para los habitantes de la región, ya que la transformación de recursos hidrobiológicos de bajo valor comercial permite crear una forma de dar mayor valor agregado a las diferentes especies, lo cual ha de redundar en beneficios económicos para la región.

REFERENCIAS

- [1] S. Adhikari, M. Schop, M. De Boer y T. Huppertz, “Protein quality in perspective; a review of protein quality metrics and their applications”, *Nutrients*, vol. 14, n.º 5, pp. 947, feb. 2022. doi:10.3390/nu14050947.
- [2] G. He, Z. Zhao, L. Wang, S. Jiang y Y. Zhu, “China’s food security challenge: effects of food habitat changes on requirements for arable land and water”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 229, pp. 739-750, agosto 2019. doi:10.1016/j.clepro.2019.05.053.
- [3] E. Gavelle, J. F. Huneau, C. M. Bianchi, E. O. Verger y F. Mariotti, “Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: modeling an increase in plant: animal protein ratio in French adults”, *Nutrients*, vol. 9, n.º 12, pp. 1333, diciembre 2017. doi:10.3390/nu9121333.
- [4] H.C. Schönfeldt y N. Gibson, “Dietary protein quality and malnutrition in Africa”, *British Journal of Nutrition*, vol. 108, n.º supl 2, pp. 69-76, agosto 2012. doi:10.1017/S0007114512002553.
- [5] C. Floret, A. F. Monnet, V. Micard, S. Walrand y C. Michon, “Replacement of animal proteins in food: How to take advantage of nutritional and gelling properties of alternative protein sources”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 26, pp. 1-27, julio 2021. doi:10.1080/10408398.2021.1956426.
- [6] L. Gasco, G. Acuti, P. Bani, A. Dalle, P. P. Danieli, A. De Angelis, R. Fortina, R. Marino, G. Parisi, G. Piccolo, L. Pinotti, A. Prandini, A. Schiavone, G. Terova, F. Tulli y A. Roncarati, “Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition”, *Italian Journal of Animal Science*, vol. 19, n.º 1, pp. 360-372, 2020. doi:10.1080/1828051X.2020.1743209.
- [7] B.P. Ismail, L. Senaratne-Lenagala, A. Stube y A. Brackenridge, “Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and production”, *Animal Frontiers*, vol. 10, n.º 4, pp. 53-63, octubre. 2020. doi:10.1093/af/vfaa040.

- [8] A. Quiroz, “Situación Alimentaria en San Andrés de Tumaco”, Universidad de Antioquia, Medellín, 2021. [En línea]. Disponible en: www.sway.office.con/ojvonG1|WNjHtRlO?ref=email&|oc=play.
- [9] S. C. Orjuela, “Gobernanza local en seguridad alimentaria y nutricional: análisis del plan alimentario y nutricional indígena y afro de Tumaco- Colombia”, tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2017. [En línea]. Disponible en: repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/58807/sandracarolinaorjuelarodriguez.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [10] A. Girón, F. Rico-Mejía y M. Rueda, “Evaluación experimental de dispositivos excluidores de fauna acompañante en redes de arrastre para camarón de aguas someras en el Pacífico colombiano”, *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, vol. 39, n.º 2, pp. 253-268, enero 2010. doi:10.25268/bimc.invemar.2010.39.2.153.
- [11] J.J. Selvaraj, L.V. Rosero-Henao y M. A. Cifuentes-Ossa, “Projecting future changes in distributions of small-scale pelagic fisheries of the southern Colombian Pacific Ocean”, *Heliyon*, vol. 8, n.º 2, e08975, febrero 2022. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e08975.
- [12] J. Marco, D. Valderrama y M. Rueda, “Evaluating management reforms in a Colombian shrimp fishery using fisheries performance indicators”, *Marine Policy*, vol. 125, 104258, marzo 2021. doi:10.1016/j.marpol.2020.104258.
- [13] P. Viji, M. Rao, J. Debbama y C. N. Ravishankar, “Research developments in the applications of microwave energy in fish processing: a review,” *Trends in Food Science and Technology*, vol. 123, pp. 222-232, mayo 2022. doi:10.1016/j.tifs.2022.03.010.
- [14] K. Kwasek, A. L. Thorne-Lyman y M. Phillips, “Can human nutrition be improved through better fish feeding practices? A review paper”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 60, n.º 22, pp. 3822-3835, enero 2020. doi:10.1080/10408398.2019.1708698.
- [15] G. M. S. Vianna, D. Zeller y D. Pauly, “Fisheries and policy implications for human nutrition”, *Current Environmental Health Reports*, vol. 7, n.º 3, pp. 161-169, septiembre 2020. doi:10.1007/s40572-020-00286-1.
- [16] C. C. Hicks, P. J. Cohen, N. A. J. Graham, K. L. Nash, E. H. Allison, C. D’Lima, D. Mills, M. Roscher, S. Thilsted, A. L. Thorne-Lyman y M. A. MacNeil, “Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies”, *Nature*, vol. 574, pp. 95-98, septiembre 2019. doi:10.1038/s41586-019-1592-6.
- [17] J. H. Cheng, D. W. Sun, X. A. Zeng y D. Liu, “Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: a review”, *Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 55, n.º 7, pp. 1012-1225, 2015. doi:10.1080/10408398.2013.769934.

- [18] P. Howgate, “Psychophysics and the sensory assessment of fish”, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, vol. 20, n.º 1, pp. 2-15, febrero 2011. doi:10.1080/10498850.2010.531897.
- [19] Z. Usyduš y J. Szlinder-Richert, “Functional properties of fish and fish products: a review”, *International Journal of Food Properties*, vol. 15, n.º 4, pp. 823-846, junio 2012. doi:10.1080/10942912.2010.503356.
- [20] J. Castañeda, W. Carbajal, J. Galán y M. Gutiérrez, “Bioecología del bagre *Galeichthys peruvianus* en el mar del Perú. Período 1998 - 2004”, *Informes Instituto del Mar del Perú*, vol. 34, n.º 4, pp. 295-307, octubre 2007.
- [21] F. Méndez-Abarca, E. A. Mundaca y R. Pepe-Victoriano, “A new locality and the first record of juvenile specimens of the Sashed Catfish, *Galeichthys peruvianus* Lütken, 1874 (Pisces, Siluriformes, Ariidae) in northern Chile”, *Check List*, vol. 17, n.º 1, pp. 133-136, enero 2021. doi:10.15560/17.1.133.
- [22] L. D. Kaale, T. M. Eikevik, T. Rustad y K. Kolsaker, “Superchilling of food: a review”, *Journal of Food Engineering*, vol. 107, n.º 2, pp. 141-146, diciembre 2011. doi:10.1016/j.foodeng.2011.06.004.
- [23] D. Oppong, W. Panpipat, L. Z. Cheong y M. Chaijan, “Rice flour-emulgel as a bifunctional ingredient, stabiliser-cryoprotectant, for formulation of healthier frozen fish nugget”, *LWT – Food Science and Technology*, vol. 159, 113241, abril. 2022. doi:10.1016/j.lwt.2022.113241.
- [24] L. Shi, T. Yin, Q. Huang, J. You, Y. Hu, D. Jia y S. Xiong, “Effects of filleting methods on composition, gelling properties and aroma profile of grass carp surimi”, *Food Science and Human Wellness*, vol. 10, n.º 3, pp. 308-315, mayo 2021. doi:10.1016/j.fshw.2021.02.022.
- [25] M. Moosavi-Nasab, F. Asgari y N. Oliyaei, “Quality evaluation of surimi and fish nuggets from Queen fish (*Scomberoides commersonnianus*)”, *Food Science and Nutrition*, vol. 7, n.º 10, pp. 3206-3215, octubre 2019. doi:10.1002/fsn3.1172.
- [26] Y. An, J. You, S. Xiong y T. Yin, “Short-term frozen storage enhances cross-linking that was induced by transglutaminase in surimi gels from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*)”, *Food Chemistry*, vol. 257, pp. 216-222, agosto 2018. doi:10.1016/j.foodchem.2018.02.140.
- [27] P. Bonato, F. Perlo, G. Teira, R. Fabre y S. Kueider, “Características texturales de nuggets de pollo elaborados con carne de ave mecánicamente recuperado en reemplazo de carne manualmente recuperada”, *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 17, n.º 32, pp. 219-239, mayo 2006.
- [28] AOAC, “Official Methods of Analysis International”, Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA, 1990.

- [29] Z. Mehdipour, M. Afsharmanesh y M. Sami, “Effects of dietary symbiotic and cinnamon (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth performance and meat quality in Japanese quail”, *Livestock Science*, vol. 154, n.º 1, pp. 152-157, 2014. doi:10.1016/j.livsci.2013.03.014.
- [30] AOAC, “Official Methods of Analysis International”, Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA, 2005.
- [31] L. E. Ordóñez-Santos, P. Hurtado-Aguilar, O. D. Rios-Solarte y M. E. Arias-Jaramillo, “Total concentration of carotenoids in tropical fruits’ waste”, *Producción Limpia*, vol. 9, n.º 1, pp. 91-96, enero 2014.
- [32] V. Velasco, “Valoración agroindustrial de pigmentos carotenoides extraídos de residuos de papaya (*Carica papaya* L) y guayaba (*Psidium guajava*) como colorante natural en salchichas Frankfurt”, tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2020.
- [33] S. Savadkoochi, H. Hoogenkamp, K. Shamsi y A. Farahnaky, “Color attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace”, *Meat Science*, vol. 97, n.º 4, pp. 410-418, agosto 2014. doi:10.1016/j.meatsci.2014.03.017.
- [34] M. A. Hussain, M. L. Kabir, M. A. Sayed, A. T. Mahbub-E-Elahi, M. S. Ahmed y M. J. Islam, “Organochlorine pesticide residues and microbiological quality assessment of dried barb, *Puntius sophore*, from the Northeastern part of Bangladesh”, *Fishes*, vol. 3, n.º 4, pp. 44, noviembre 2018. doi:10.3390/fishes3040044.
- [35] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana 4519. Microbiología de los alimentos para consume humano y animal,” Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá, Colombia, 2009.
- [36] M. Duman y N. Karaton, “Quality changes of nugget prepared from fresh and smoked rainbow trout during chilled storage”, *British Food Journal*, vol. 120, n.º 9, pp. 2080-2087, agosto 2018. doi:10.1108/BFJ-01-2018-0048.
- [37] A.K. Das, V. Rajkumar y A.K. Verma, “Bael pulp residue as a new source of antioxidant dietary fiber in goat meat nuggets”, *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 39, n.º 6, pp. 1626-1635, diciembre 2015. doi:10.1080/10408398.2013.769934.
- [38] A. Bravo-Nuñez, R. Garzón, C.M. Rosell y M. Gómez, “Evaluation of starch-protein interactions as a function of pH”, *Foods*, vol. 8, n.º 5, pp. 155, mayo 2019. doi:10.3390/foods.8050155.
- [39] E. S. Goes, M. L. Souza, J. M. Michka, K. S. Kimura, K. S. A. C. Delbem y E. Gasparino, “Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics”, *Food Science and Technology*, vol. 36, n.º 1, pp. 76-82, enero. 2016. doi:10.1590/1678-457X.0020.

- [40] J. Chayawat y P. Rumpagaporn, “Reducing chicken nugget oil content with fortified defatted rice in batter”, *Food Science and Biotechnology*, vol. 29, n.° 10, pp. 1355-1363, julio 2020. doi:10.1007/s10068-020-00782-y.
- [41] D. H. Kim, D. M. Shin, H. G. Seo y S. G. Han, “Effects of konjac gel with vegetable powders as fat replacers in frankfurter-type sausage”, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vo. 32. n.° 8, pp. 1195-1204, agosto. 2019. doi:10.5713/ajas.18.0781.
- [42] C. Poyato, I. Astiasarán, B. Barriuso y D. Ansorena, “A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability”, *LWT - Food Science and Technology*, vol. 62, n. 2, pp. 1069-1075, julio 2015. doi:10.1016/j.lwt.2015.02.004.
- [43] M. Costa, J. Falcao, B. Guimaraes, M. Vinicius, A. Souza, K. Magalhaes, R. Sepulveda, N. Pereira, R. Ventin y C. Pasqualin, “The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets”. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 137, 110409, febrero 2021. doi:10.1016/j.lwt.2020.110409.
- [44] D. Santhi y A. Kalaikannan, “The effect of the addition of oat flour in low-fat chicken nuggets”, *Journal of Nutrition and Food Sciences*, vol. 4, n.° 1, pp. 1-4, enero 2014. doi:10.4172/2155-9600.1000260.
- [45] A. Desai, M. Brennan y C. Brennan, “Influence of semolina replacement with salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta”, *Food Science and Technology*, vol. 54, n.° 5, pp. 1497-1505, mayo 2019. doi:10.1111/ijfs.13842.
- [46] O. Martínez, J. Salmerón, M. Guillén y C. Casas, “Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavorings”, *Food Control*, vol. 15, n.° 6, pp. 457-461, septiembre 2004. doi:10.1016/S0956-7135(03)00130-0.
- [47] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana 1325. Industrias alimenticias, productos cárnicos procesados no enlatados”, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá, Colombia, 2008.
- [48] S. Chaijan, W. Panpipat, A. Panya, L. Cheong y M. Chaijan, “Preservation of chilled Asian se bass (*Lates calcarifer*) steak by whey protein isolate coating containing polyphenol extract from ginger, lemongrass, or green tea”, *Food Control*, vol. 118, 107400, diciembre 2020. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107400.