

## Aprovechamiento alternativo de calamar (*Dosidicus gigas*) como fuente de proteína para la fortificación de pan tipo *baguette*

María de la Concepción Calvo-Carrillo<sup>1</sup> , María Elena Carranco-Jáuregui<sup>1</sup> ,  
Oliverio Xicotencatl López-Méndez<sup>1</sup> , María de Lourdes Solano<sup>1</sup> , Flor Coronel-Flores<sup>1</sup> .

**Resumen:** Aprovechamiento alternativo de calamar (*Dosidicus gigas*) como fuente de proteína para la fortificación de pan tipo *baguette*. **Introducción.** Los cereales tienen aminoácidos limitantes y mezclarlos con harinas de origen marino presentan un mejor equilibrio en éstos mejorando la composición nutricional en productos de panificación, principalmente de proteína y aminoácidos. **Objetivo.** Desarrollar panes tipo “*baguette*” sustituyendo parcialmente harina de trigo (HT) por harina de calamar (HC) y evaluar su calidad física, química y sensorial. **Materiales y métodos.** Se utilizó la técnica de masa esponja incorporando 7,5, 10 y 12,5 % de HC. Análisis físicos: tiempo de amasado, peso y fermentación de la masa, volumen específico, peso de los panes (g), % pérdida humedad y color de miga; análisis químicos: humedad, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, carbohidratos, aminoácidos indispensables y energía bruta y evaluación sensorial: textura, olor, color y sabor. **Resultados.** Las propiedades físicas no presentaron diferencias ( $p>0,05$ ), pero sí ( $p<0,05$ ) para las variables de color en todos los panes, al igual que en los análisis químicos y perfil de aminoácidos ( $p<0,05$ ), incrementándose la proteína (15,63 % pan con 7,5 % de HC hasta 23,27 % pan con 12,5 % de HC) y mismo comportamiento de aminoácidos indispensables conforme aumentó la inclusión de HC. Los resultados de la evaluación sensorial fueron similares ( $p>0,05$ ) para 7,5 % de HC (me gusta), para 10,0 y 12,5 % fue indiferente. **Conclusiones.** La inclusión de HC (7,5 %) en *baguette* logró un aumento de proteínas y aminoácidos esenciales mejorando la calidad nutricional, con buena aceptación de acuerdo con la prueba de carácter exploratorio con consumidores que se empleó. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3): 191-200.**

**Palabras clave:** harina de calamar, harina de trigo, pan *baguette*, análisis físicos y químicos, evaluación sensorial.

**Abstract:** Alternative use of squid (*Dosidicus gigas*) flour as a protein source to improve the nutritional quality of *baguette* bread. **Introduction.** Cereals have limiting amino acids and mixing them with flours of marine origin could provide a better balance in these improving the nutritional composition in bakery products, mainly protein and amino acids. **Objective.** To develop and evaluate the physical, chemical, and sensory quality of three white breads of *baguette* type by partially substitution of wheat flour (HT) with squid flour (HC). **Materials and methods.** The sponge dough technique was used incorporating 7,5, 10,0 and 12,5 % of HC. Physical analysis: kneading time, dough weight, dough fermentation, specific volume, bread weight (g), % loss of moisture and crumb color; chemical analysis: moisture, crude protein, ash, ether extract, crude fiber, carbohydrates, indispensable amino acids and sensory evaluation: texture, odor, color, and flavor. **Results.** Physical properties did not show differences ( $p>0.05$ ), differences ( $p<0.05$ ) for color variables in all breads as well as in chemical analysis and amino acid profile ( $p<0.05$ ), the protein show an increase (15,63 % for bread with HT to 23,27 % for bread with 12.5 % of HC) and the same behavior for indispensable amino acids, that increase as inclusion of HC increases. The results of the sensory evaluation were similar ( $p>0.05$ ) in control and 7,5 % of HC (I like it), for 10 and 12,5% it was indifferent. **Conclusions.** The inclusion of squid flour (7,5 %) in the preparation of *baguette* bread achieved an increase of proteins and essential amino acids that improved the nutritional quality of this food, which also presented a good acceptance according to an exploratory test with consumers. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3): 191-200.**

**Keywords:** squid flour, wheat flour, *baguette* bread, physical and chemical analysis, sensory evaluation.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo. Vasco de Quiroga No. 15, Colonia Belisario Domínguez Sección XVI, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14080, Ciudad de México, México. <sup>2</sup> Universidad Anáhuac de México, campus Sur, Facultad de Gastronomía. Av. de los Tanques 865, Torres de Potrero, Alcaldía Álvaro Obregón, C.P. 01840, Ciudad de México, México.  
Autor para la correspondencia: Ma. Elena Carranco Jáuregui, e-mail: rexprimero@hotmail.com.

### Introducción

La pesca de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es abundante en la República Mexicana, su comercialización como producto fresco y derivado es alto, sobre todo en el mercado internacional. Sin embargo, el consumo nacional,

fresco o procesado, es bajo (1). Una de las alternativas para aprovecharlo cuando hay excedentes es deshidratándolo para la obtención de harina y poder utilizarla en el desarrollo de productos. Para el secado se emplea el proceso aplicado en la elaboración de harina de pescado. En el caso del calamar, éste se seca completo (manto, cabeza, tentáculos, aleta, pluma y vísceras) y ha sido caracterizado químicamente por Calvo *et al.* (2) destacando su alto contenido de proteína (77,76%), sobresaliendo los aminoácidos lisina, metionina, cisteína, fenilalanina y triptófano. En este contexto y conociendo que los cereales tienen como aminoácido limitante la lisina, se presenta la posibilidad de elaborar mezclas de harinas de cereales con harinas de origen marino, de tal forma que se obtengan productos alimenticios con un mayor contenido de proteínas y mejor equilibrio de aminoácidos indispensables, aunado a la posibilidad de tener nuevas alternativas alimenticias. Por lo que se presenta la posibilidad de emplear a la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) para la elaboración de productos de panificación con un valor agregado. Sin embargo, las características sensoriales del producto desarrollado pueden ser una limitante, principalmente para olor y sabor. En la actualidad, con las nuevas tendencias culinarias e innovaciones en productos alimenticios bajo la perspectiva de salud, se han presentado modificaciones en alimentos tradicionales. Los productos de panificación han sido un alimento básico para la humanidad, como fuente energética y de proteína (3). En esa búsqueda de elaborar panes con un incremento de proteína se han publicado diversos documentos enfocados al uso de mezclas de harina de trigo con harinas de leguminosas, habas, soya, yuca, papa, cáñamo y calabaza (4, 5) Pocos artículos hacen referencia del uso de harinas de origen animal, se ha reportado el uso de harinas de insectos como el gusano búfalo (*Alphitobius laevigatus*), el Tenebrio molitor, chapulines (*Sphenarium purpurascens* y *Sphenarium histrio*) y otros productos como harinas y aceites de pescado, encontrándose que éstas mezclas mejoraron la composición nutricional de los panes (4, 5). Sin embargo, existe muy poca literatura sobre trabajos que

utilicen en la elaboración de panes mezcla de harina de trigo con harinas de origen marino.

El consumidor mexicano, de acuerdo a la Cámara Nacional de la Industria Panificadora (CANAINPAN) (6), reportan que entre el 70 % y 75 % corresponde a pan blanco (bolillo, telera, baguette) y el restante a pan dulce, galletas y pasteles.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar y evaluar la calidad física, química y sensorial de un pan tipo "baguette" sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de calamar gigante.

### Materiales y métodos

#### *Análisis químico a la harina de trigo (HT) y harina de calamar (HC)*

Se realizó el químico proximal de acuerdo con los métodos descritos en AOAC (7) y perfil de aminoácidos por cromatografía de líquidos con detector de intercambio iónico y espectrofotometría ultravioleta-visible (8).

#### *Elaboración del pan tipo baguette*

Materias primas. La harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (HC) fue proporcionada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), La Paz, Baja California Sur, México. La captura, proceso de secado y análisis químicos de esta harina están descritos por Calvo *et al.* (2). Las materias primas para la elaboración del pan fueron de marcas comerciales adquiridas en tienda de autoservicio: harina refinada de fuerza de trigo (HT) (13,5 % de proteína), de fuerza significa que, a mayor cantidad de proteína, mayor porcentaje de gluten, por lo tanto, mayor fuerza y mayor plasticidad tendrá la masa, agua purificada, levadura fresca, sal cristalina y azúcar blanca. Los equipos fueron: batidora industrial capacidad 5 litros con batidor de gancho; cámara de fermentación con capacidad 16 charolas, báscula de acero inoxidable capacidad 5 kg, Horno de convección y vapor para rack de 18 charolas, cernidores, charolas para fermentador, espiguero, tazones de acero inoxidable y de plástico, espátulas y navaja de un filo.

Se elaboró una mezcla testigo con harina de trigo (HT) y otras tres más con la inclusión de harina de calamar gigante (HC) en proporciones de 7,5, 10 y 12,5 %.

### *Procedimiento de elaboración de las masas*

Se realizó en dos etapas: a) masa esponja: Se mezcló el agua, levadura, azúcar y parte de la HT y HC. Se amasó (10min) hasta lograr su homogeneidad y suavidad, se colocó en un recipiente, se cubrió y se dejó fermentar hasta duplicar su tamaño (3h). Se volvió a amasar, se cubrió y se dejó reposar en refrigeración (4°C/24 h) y, b) elaboración de las masas para hornear: se sacó la masa esponja del refrigerador, se amasó y reservó. En el tazón de la batidora se colocaron el resto de los ingredientes (harinas cernidas, azúcar, levadura y el resto del agua) y la masa esponja. Se amasó por 10 minutos en batidora. La masa se sacó del recipiente y se terminó de amasar manualmente hasta obtener una mezcla uniforme y tersa.

### *Fermentación de las masas*

Las masas se sometieron a dos fermentaciones, la primera a una temperatura de 35°C, se dejaron reposar hasta que duplicaron su tamaño (1,5 h), posteriormente se amasaron (desgasificación), se fraccionaron en porciones de 100 g, se le dio forma de "baguette", se sajaron y colocaron en charolas enharinadas. Se sometieron a una segunda fermentación a 35°C/35 min con una humedad relativa del 85 % hasta que duplicaron su volumen.

### *Cocción*

A las masas se les espolvoreó harina de trigo, se volvieron a sajar y se colocaron en horno de convección a 220°C con inyección de vapor por 10 min. Se dejaron a esta temperatura hasta obtener la cocción deseada (15 min). Los panes se colocaron en un espiguero para dejarlos enfriar a temperatura ambiente (20°C). Posteriormente se empacaron en bolsas de plástico para los análisis físicos, químicos y sensoriales.

### *Análisis físicos a la masa y al pan*

Peso de masa (g), pérdida de humedad (%), peso y volumen específico del pan (g) fueron analizados. El volumen específico para los panes se midió utilizando el método de desplazamiento de semillas (nabo) de acuerdo con el método descrito en AACCC (9). En un recipiente cilíndrico vacío con diámetro y altura conocidos se colocaron semillas de nabo marcando la altura alcanzada, después se vació y se introdujo un pan baguette en el cilindro, se añadieron las semillas y se midió la distancia del desplazamiento de éstas a partir de la marca que es considerado el volumen de

la baguette. Los cálculos se llevaron a cabo de acuerdo con las ecuaciones 1 y 2:

$$V = \pi \times r^2 \times D \text{ (Ecuación 1)}$$

donde V = volumen del pan (cm<sup>3</sup>), r<sup>2</sup> = radio del cilindro (cm<sup>2</sup>) y D = Distancia desplazada desde la marca (cm). Por otra parte, el volumen específico se determinó:

$$VE = v/m \text{ (Ecuación 2)}$$

donde: v = volumen desplazado (cm<sup>3</sup>) y m = peso de la baguette (g).

### *Color de miga de los panes*

Los parámetros de color L [luminosidad (100) a negro (0)], a\* [rojo (+ v) a verde (-v)], b\* [amarillo (+ v) a azul (-v)] de los panes horneados fueron evaluados para miga y costra con un colorímetro Chroma Meter CR-300 (Minolta Co. Osaka, Japón) utilizando el sistema Space color CIE Lab equipado con un sistema observado a 2° y calibrado con una loseta blanca y un D-65 como fuente iluminante (10). Así mismo, se calcularon las diferencias de color solo entre los panes elaborados con HC: 7,5 contra 10,0 y 12,50, y entre 10,0 y 12,5 empleando la ecuación 3:

$$\Delta E^* = [(L1^* - L2^*)^2 + (a1^* - a2^*)^2 + (b1^* - b2^*)^2]^{1/2} \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde: El valor obtenido entre 0 y 1 indica similitud en el color; 1 a 2 pequeña desviación en el color entre las muestras; 2 a 3,5 desviación media del color; 3,5 a 5 una clara diferencia en el color y 5 o más una marcada y clara diferencia en el color (11)

### *Composición química de los panes*

Se llevaron a cabo de acuerdo con los métodos estandarizados descritos en AOAC (7) antes mencionados para la HT y HC, así como de los aminoácidos (8). La energía bruta se determinó por combustión total utilizando una bomba calorimétrica adiabática Parr 1755 (Parr Instrument Company, Moline, IL, USA).

### *Evaluación sensorial del pan*

Con la finalidad de evaluar los parámetros de color, olor, textura, sabor y aspecto

general de los panes elaborados con HT y HC, participaron 36 jueces no entrenados, estudiantes de gastronomía que ya habían cursado la materia de Evaluación sensorial de los alimentos, consumidores habituales de pan. Las muestras se presentaron por separado identificadas por números. Se seleccionó una prueba de nivel de agrado con escala estructurada de 5 puntos: 5 (Me gusta mucho), 4 (Me gusta), 3 (Ni me gusta ni me disgusta), 2 (Me disgusta poco) y 1 (Me disgusta mucho) (12).

#### Análisis estadístico

A todas las variables estudiadas, se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba  $\alpha$  posterior seguido de una prueba de comparación entre medias por Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0,05$  utilizando el programa SAS (2000) Versión 9,1 ed., SAS Institute Inc., Cary, NC. Statistical Analyses System. The SAS System for Windows.

### Resultados

En la Tabla 1 se menciona la composición química de la harina de trigo (HT) utilizada con un 13,69 % de proteína, extracto etéreo 1,35 % y carbohidratos asimilables 69,96 %, mientras que la harina de calamar (HC) reportó 77,76 % de proteína, 6,33 % de extracto etéreo y 1,21 % de carbohidratos asimilables. En relación al contenido energético se encuentra entre los valores para HT de 402,24 o 1682,97 kJ y de 389,89 kcal o 1631,20 kJ para HC.

En relación con los aminoácidos indispensables HC tuvo niveles superiores en comparación con HT sobresaliendo la lisina (HC con 10,16 g y HT 1,49 g de aminoácido/100g de proteína), a excepción de fenilalanina y cisteína.

En la Tabla 2 se concentra la información sobre los ingredientes y cantidades empleados en la elaboración de las masas esponja y la integración del resto de los ingredientes en la formulación de las masas finales.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de las propiedades físicas de los panes, en donde se

**Tabla 1.** Composición química y de aminoácidos de la harina de trigo y de la harina de calamar gigante (g/100g).

	Harina de trigo de fuerza ( <i>Triticum spp</i> )	Harina de calamar gigante ( <i>Dosidicus gigas</i> )
Humedad	13,78	3,46
Proteína cruda (N x 6,25)	13,69	77,76
Cenizas	0,58	8,54
Extracto etéreo	1,35	6,33
Fibra cruda	0,52	2,7
Carbohidratos por diferencia	69,96	1,21
Energía bruta (kcal/g)	3,49	4,03
	g de aminoácido/100 g de proteína	
Valina	3,98	5,40
Isoleucina	2,56	4,26
Treonina	3,43	3,86
Fenilalanina	4,86	4,56
Tirosina	1,50	4,22
Leucina	6,07	6,56
Lisina	1,49	10,16
Metionina	1,30	1,64
Cisteína	2,73	2,12

observa que no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ) en volumen específico, peso de pan y pérdida de agua durante el horneado. En contraste con los valores obtenidos en el color de miga sí hubo diferencias ( $p < 0,05$ ) para L\*, que se refiere a la diferencia entre luz (100) y oscuridad (0), para a\* que representa los colores entre verde (valor negativo) y rojo (valor positivo) y para b\* la diferencia entre azul (valor negativo) y amarillo (valor positivo). La diferencia entre el color de la miga de la baguette de referencia vs baguette con HC es evidente, por lo que se calcularon las diferencias solo entre los panes elaborados con HC: 7,5 contra 10,0 y 12,50, y entre 10,0 y 12,5; los resultados fueron:  $\Delta E^* = 1,44$  corresponde a

**Tabla 2.** Formulación de la masa esponja y masa final.

Ingredientes (g)	Masa esponja			
	Control	7,5%	10%	12,5%
Harina de trigo	150	139	135	131
Harina de calamar	0	11	15	19
Levadura	3	3	3	3
Azúcar refinada	10	10	10	10
Agua purificada	100	100	100	100
Ingredientes (g)	Masa final			
	Control	7,5%	10%	12,5%
Harina de trigo	500	462	450	437
Harina de calamar	0	38	50	63
Masa esponja	250	250	250	250
Sal	10	10	10	10
Levadura	15	15	15	15
Azúcar refinada	20	20	20	20
Agua purificada	300	300	300	300

baja desviación en el color;  $\Delta E^* = 5,5$  diferencia muy marcada;  $\Delta E^* = 4,17$  clara diferencia en el color.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la composición química y perfil de aminoácidos de los panes, observando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todas las variables analizadas entre los panes con HT y HC. Cabe destacar que conforme se aumentó el porcentaje de inclusión de HC se presentó un incremento en los valores de proteína cruda de 15,63 % (HT) hasta 23,27 % con 12,5 % (HC), mismo comportamiento con los aminoácidos indispensables.

En la Tabla 5, se presentan los resultados promedio de la Evaluación Sensorial (color, olor, textura, sabor y aspecto general). Se puede observar que hubo diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre el testigo y las *baguettes* con HC en cuanto a las variables medidas, a excepción del sabor donde la muestra testigo y la elaborada con 7,5 % de HC no tuvieron una diferencia estadística ( $p < 0,05$ ). El pan testigo, en general, recibió la

**Tabla 3.** Propiedades físicas del pan tipo “baguette” con harina de trigo (HT) y con adición de harina de calamar (HC)

	<i>Baguette</i> testigo HT	<i>Baguette</i> con 7,5 % HC	<i>Baguette</i> con 10,0 % HC	<i>Baguette</i> con 12,5 % HC
Volumen específico del pan (cm <sup>3</sup> /g)	6,60±0,14	6,27±0,10	6,70±0,20	5,62±0,27
Peso del pan (g)	84,97±0,12	85,85±0,08	86,07± 0,38	87,05±0,28
Pérdida de agua (%)	15,04±0,12	14,15± 0,08	13,93±0,38	12,95±0,28
	Color de miga			
L	82,05 <sup>a</sup>	65,12 <sup>b</sup>	63,70 <sup>bc</sup>	59,86 <sup>c</sup>
a*	2,08 <sup>b</sup>	1,68 <sup>bc</sup>	1,89 <sup>b</sup>	2,51 <sup>a</sup>
b*	16,92 <sup>b</sup>	18,79 <sup>ab</sup>	18,74 <sup>ab</sup>	20,26 <sup>a</sup>
$\Delta E^*$ (7,5 vs 10 Y 12,5)	-	-	1,44	5,5
$\Delta E^*$ (10 vs 12,5)	-	-	-	4,14

n = 3 panes para cada variable de propiedades físicas. Peso de la masa = 100 g. a,b,c Literales distintas entre filas son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Parámetros de color: L=luminosidad (100) a negro (0), a\*= rojo (+ v) a verde (-v) y b\*= amarillo (+ v) a azul (-v).  $\Delta E^* = 1,44$  corresponde a baja desviación en el color;  $\Delta E^* = 5,5$  diferencia muy marcada;  $\Delta E^* = 4,17$  clara diferencia en el color

**Tabla 4.** Composición proximal (g/ 100 g) y perfil de aminoácidos (g/100 g de proteína) de panes tipo “baguette” elaborados con la mezcla de harina de trigo (HT) y harina de calamar (HC)

	HT 100 %	HT 92,5 % + HC 7,5 %	HT 90 % + HC 10 %	HT 87,5 % + HC 12,5 %
Humedad	29,74± 0,25 <sup>a</sup>	29,30± 0,31 <sup>b</sup>	29,26± 0,28 <sup>b</sup>	29,17± 0,25 <sup>c</sup>
Materia seca	70,26 <sup>b</sup>	70,70 <sup>b</sup>	70,74 <sup>b</sup>	70,83 <sup>a</sup>
Datos en base seca (g/100g)				
Proteína cruda <sup>1</sup>	15,63± 0,13 <sup>c</sup>	19,91± 0,09 <sup>b</sup>	21,54± 0,06 <sup>b</sup>	23,27± 0,06 <sup>a</sup>
Cenizas	0,66± 0,01 <sup>c</sup>	2,92± 0,01 <sup>b</sup>	3,12± 0,01 <sup>ab</sup>	3,34± 0,02 <sup>a</sup>
Extracto etéreo	1,54± 0,01 <sup>c</sup>	1,85± 0,01 <sup>b</sup>	1,98± 0,02 <sup>a</sup>	2,11± 0,01 <sup>a</sup>
Fibra cruda	0,59± 0,3 <sup>c</sup>	0,74± 0,4 <sup>b</sup>	0,79± 0,3 <sup>b</sup>	0,85± 0,4 <sup>a</sup>
Carbohidratos <sup>2</sup>	81,57 <sup>a</sup>	74,58 <sup>b</sup>	72,56 <sup>b</sup>	70,43 <sup>b</sup>
Energía bruta (Kcal)	402,24	398,20	397,01	389,89
Energía bruta (Kj)	1689,97	1666,06	1661,10	1631,20
Aminoácidos indispensables <sup>3</sup>				
Valina	2,02±0,06 <sup>c</sup>	2,47±0,00 <sup>b</sup>	3,07±0,03 <sup>a</sup>	3,11±0,03 <sup>a</sup>
Isoleucina	1,62±0,02 <sup>b</sup>	2,04±0,16 <sup>b</sup>	2,97±0,26 <sup>a</sup>	3,04±0,04 <sup>a</sup>
Treonina	2,10±0,06 <sup>b</sup>	2,49±0,21 <sup>ab</sup>	2,77±0,15 <sup>ab</sup>	2,91±0,02 <sup>a</sup>
Fenilalanina	5,21±0,04 <sup>b</sup>	7,45±0, 43 <sup>a</sup>	7,04±0,12 <sup>a</sup>	7,73±0,06 <sup>a</sup>
Leucina	6,09±0,22 <sup>b</sup>	7,55±0, 38 <sup>a</sup>	8,04±0,24 <sup>a</sup>	8,35±0,13 <sup>a</sup>
Lisina	3,52±0,10 <sup>b</sup>	3,21±0,16 <sup>b</sup>	4,80±0,07 <sup>a</sup>	4,95±0,17 <sup>a</sup>
Metionina+cisteína	2,82±0,07 <sup>c</sup>	3,18±0,02 <sup>b</sup>	3,98±0,07 <sup>a</sup>	4,02±0,02 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> literales diferentes entre líneas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ). Se reporta la media y desviación estándar de una  $n = 6$ . <sup>1</sup> N x 6,25; <sup>2</sup> Por diferencia; <sup>3</sup>  $n=3$

**Tabla 5.** Resultados promedio de Evaluación Sensorial (color, olor, sabor y textura) de panes elaborados con diferentes niveles de inclusión de harina de calamar

	Testigo	Harina calamar 7,5 %	Harina calamar 10 %	Harina calamar 12,5 %
Color	4, 42 <sup>a</sup>	3,93 <sup>b</sup>	3,88 <sup>b</sup>	3,66 <sup>b</sup>
Olor	4, 57 <sup>a</sup>	3,65 <sup>b</sup>	3,56 <sup>b</sup>	3,71 <sup>b</sup>
Textura	4, 90 <sup>a</sup>	3,90 <sup>b</sup>	3,97 <sup>b</sup>	3,90 <sup>b</sup>
Sabor	4, 95 <sup>a</sup>	4, 90 <sup>a</sup>	3,68 <sup>b</sup>	3,54 <sup>b</sup>
Aspecto general	4, 84 <sup>a</sup>	4,02 <sup>b</sup>	3,87 <sup>b</sup>	3,78 <sup>b</sup>

$n= 36$ . Se reporta la media. <sup>a,b,c</sup> literales diferentes entre líneas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ). Escala Hedónica: 5 (Me gusta mucho), 4 (Me gusta), 3 (Ni me gusta ni me disgusta), 2 (Me disgusta poco) y 1 (Me disgusta mucho).

puntuación 5 (me gusta mucho), mientras que el resto de los panes estuvieron en el rubro de la calificación 4 (me gusta).

### Discusión

El reto en esta propuesta era lograr un pan con características similares al pan elaborado con HT, es decir, obtener un gluten adecuado que alcanzara una estructura satisfactoria con el almidón y agua, de tal forma que se mantuviese el CO<sub>2</sub> proveniente de la fermentación, para tener una miga óptima, una corteza agradable, buen color y desde luego, el otro reto, el sabor.

Sin embargo, el desafío está en la inclusión de ingredientes no convencionales que sí afectan significativamente las características de la masa, de tal forma que el pan presente diferencias en relación al convencional y que el consumidor no lo aceptara.

Para este estudio se utilizó la técnica de masa esponja. El procedimiento original se caracteriza por el uso de agua, harina de trigo y levadura mezclando hasta obtener una masa suave. Ésta se deja fermentar a una temperatura entre 25-35°C hasta duplicar su tamaño (13). Este procedimiento se aplicó para la mezcla control, así como las que llevaban HC. El objetivo fue activar y fortalecer la levadura presente en la masa esponja que fue integrada al resto de los ingredientes. La eficiencia de la levadura durante las fermentaciones es de importancia, de forma similar sucede con el gluten que deberá tener características viscoelástica y cohesiva suficientes para retener el CO<sub>2</sub> que procede del catabolismo de la glucosa.

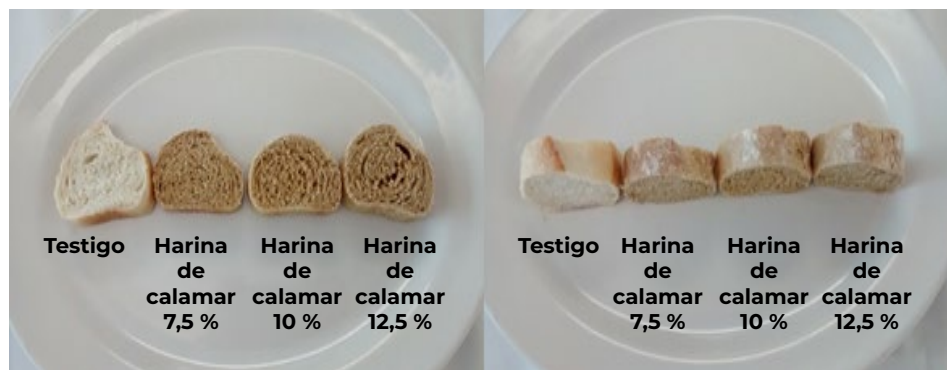
El alto contenido de Glu, Pro, Cys en HC (14,53; 5,16 y 12,12 g/100 g de proteína) respectivamente, la ionización de estos aminoácidos se ve favorecida por acción de la sal en el agua facilitando las interacciones entre los grupos funcionales de los aminoácidos que intervienen en la formación y estabilidad del gluten. De igual manera, ayuda al control de la fermentación, así como la reducción de levaduras indeseables. Sin embargo, cuando no se controla la cantidad de sal se evita el desarrollo adecuado de la *Saccharomyces cerevisiae* provocando la formación de un gluten débil y una baja producción de CO<sub>2</sub>, por lo que el resultado será el desarrollo de una masa compacta que al hornearse presentará una miga con pocos alveolos. En el caso de las masas elaboradas con HC no se adicionó

sal, ya que este ingrediente aporta sodio en cantidades de 0,160 ± 0,005 mg/100g (14).

Al observar las características de la miga de los panes elaborados con HC se observaron alveolos similares al del pan referencia, sobre todo en las formulaciones de 7,5 y 10 %; esto se puede deber a que la HC tiene un contenido de 5,16 g/100 g de proteína de prolina y 14,53 g/100 g de proteína de ácido glutámico, los cuales favorecieron la estructura del gluten de la masa (2,15).

Por lo tanto, al sustituir parte de la HT con otras harinas se altera el comportamiento reológico de la masa, así como las características físicas, químicas y sensoriales de los panes. Estos cambios, sobre todo en el volumen específico del pan y la miga, pueden deberse principalmente a la dilución del gluten al incorporar proteínas exógenas que llegan a complementar la masa, o a una competencia entre proteínas de la HT con las de las otras harinas, específicamente las provenientes de la HC que interactuaron para favorecer la retención de agua que se reflejó en mayor peso y menor volumen específico del pan, que se observó con el pan con 12,5 % de HC. La forma de incluir el agua en la masa, es decir, la hidratación de ésta afectó el comportamiento tanto de proteínas como de las mismas masas. Explicando más estos conceptos, al obtener panes con HT y HC se observó que no se modificaron las propiedades físicas de la masa y panes, siendo los datos similares al testigo. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 1, la altura y porosidad de la miga fueron similares al testigo y 7,5 % de inclusión de HC, con 10 % fue menor el volumen y con 12,5 % no presentó uniformidad en la miga. Es posible que esto se deba que al sustituir la HT por diferentes porcentajes de HC se va a disminuir la cantidad de gluten presente en la HT.

Por otro lado, debido a las condiciones de horneado se generan una serie de reacciones químicas que le dan las características sensoriales al pan, las cuales son valorados por el consumidor. Estas son producto de la reacción de Maillard y para que ésta se lleve a cabo se requiere de aminoácidos, proteínas,



**Figura 1.** Color de miga y costra de los panes tipo “baguette” con diferentes niveles de inclusión de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*).

azúcares reductores, presencia de agua y temperatura y al término se van a generar compuestos diversos.

En otro tema, el color es un atributo importante tanto para la calidad de los alimentos como para el consumidor, sin embargo, no necesariamente de sus valores nutricionales. Los cambios de color en panificación se pueden deber al horneado, maduración, procesado, etc. Para medir el color existen varios métodos como color Munsell, color CIE, Espacios de color CIE L\* a\* b\* (CIELAB), color Hunter lab, etc. El método CIELAB es el que ofrece ventajas sobre los antes mencionados, ya que se basa en los colores más útiles y aceptados que describen la teoría de los colores opuestos (10). En este espacio, L\* indica luminosidad, a\* (diferencia entre verde y rojo) y b\* (diferencia entre azul y amarillo) que son las coordenadas de cromaticidad (11). En este estudio los panes con HC mostraron una tendencia hacia los tonos rojizo-café en la miga, esto debido a que esta harina es de todo el calamar (manto, tentáculos, cartílago, vísceras y tinta) por lo que la apariencia de color de miga del pan llega a parecerse a los elaborados con harinas integrales que son de color oscuro.

En la composición química de los panes, los resultados mostraron que a medida que aumentaba la proporción de HC, el contenido de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas aumentaba en comparación con el pan testigo, esto se pudo deber al alto contenido de proteínas, grasas y cartílago contenidos en la HC en comparación a la HT con que

se elaboraron los panes. Sin embargo, se obtuvo una disminución en el contenido de humedad, fibra cruda y carbohidratos a medida que aumentaba la inclusión de HC esto debido a la menor cantidad de fibra y carbohidratos de la HC en relación con la HT. Adeleke y Odedeji (16) llevaron a cabo la elaboración de un pan combinando HT con harina de tilapia en inclusiones de 2,5; 5; 10; 15 y 20%. Al realizar un análisis químico aproximado, encontraron una disminución en el contenido de humedad (25,00 % – 26,75 %) y fibra cruda (0,88 % a 0,73 %), pero un aumento en proteínas (9,08 % a 18,01 %), cenizas (2,46 % a 2,58 %) y grasa (2,15 % a 2,88 %) con respecto al pan testigo, lo que concuerda con nuestro estudio.

Desde el punto de vista nutricional los panes a base de HT no contienen en cantidad y proporción adecuada de los aminoácidos indispensables, siendo deficientes en lisina por lo que ésta se puede modificar a través de mezclas con harinas de leguminosas y/o de origen animal logrando un incremento en cantidad y calidad en la proteína de los productos de panificación.

Por lo antes mencionado, una forma de obtener aminoácidos indispensables ha sido a través de la combinación de proteínas de origen vegetal (soya, maíz, trigo, etc.) con proteínas de origen animal (leche, carne, huevo, pescado, etc.).

Los jueces que realizaron la evaluación sensorial fueron estudiantes del quinto semestre de la licenciatura en gastronomía que ya habían cursado la materia de evaluación sensorial de alimentos, con edades entre los 20 y 22 años, todos consumidores de pan sin alergia a productos marinos y al trigo. Se inició la evaluación a las 10 am y se terminó a las 12:00 pm en grupos de 8 a 10 jueces colocados de forma separada en cada cubículo con los elementos necesarios para



poder realizarla. En general, la hipótesis fue que no había diferencia entre los panes elaborados con HT y mezclas de HT y HC, por lo que se decidió aplicar una prueba afectiva con escala estructurada Hedónica con 5 puntos y tres repeticiones de la degustación. La hipótesis nula (H0) fue que las muestras no iban a mostrar diferencias entre sí, por lo que, la hipótesis alternativa (Ha) indicaría si se estaban presentando diferencias entre las variables evaluadas. El nivel de significancia fue del  $p < 0.05$ . Con base en los datos de la Tabla 5 se observa que, para color, olor, textura y aspecto en general si hubo diferencia entre el testigo y los panes con HC, sin importar el nivel de inclusión. Para sabor, el pan testigo y el de 7,5 % de HC no mostraron diferencia, pero con las otras dos formulaciones (10 y 12,5 % de HC) si hubo diferencia a un nivel de confianza del 95 %; sin embargo, entre estas dos no hubo diferencia.

Hernández y Durán (17) mencionan que para determinar la calidad de un pan deben tomarse en cuenta factores relacionados con las características interna y externa y asociarlas con la textura y palatabilidad, principalmente sabor y aroma. Estos atributos en el pan se deben principalmente a los ingredientes y método de elaboración de la masa, así como el horneado, ya que varios componentes del sabor se pierden y otros se van generando por las reacciones químicas propias del proceso, se menciona que hasta un 80% del sabor del pan deriva de su corteza (12, 18). Monteiro *et al.* (19) señalan que la adición de fuentes de pescado en altas proporciones puede generar problemas debido al olor y sabor por la presencia de ácidos grasos libres y compuestos volátiles de azufre, sin embargo, el enriquecimiento de productos de panificación con productos de origen marino dependerá del procesamiento, tipo de pescado y porcentaje empleado. Adeleke y Odedeji (16) en su estudio de elaboración de pan con inclusiones de harina de tilapia antes mencionado, también reportaron que los panes con inclusión de 2,5 y 5 % tuvieron una alta preferencia seguida de 10 y 15 % de aceptación media y la última inclusión (20 %) con la más baja puntuación.

Jorge-Sánchez (20) llevó a cabo un trabajo en donde desarrolló panes blancos con harina de trigo incluyendo harinas de salmón y merluza (5 y 10 %) respectivamente y reportó que en la evaluación sensorial no favorecieron el sabor y aroma, siendo el pan más rechazado los elaborados con harina de salmón. Esto confirma que el tipo de pescado que se desea utilizar es importante, el salmón es un pescado

graso (hasta 14 % de lípidos) sobresaliendo los ácidos grasos insaturados responsables del sabor y olor.

En nuestro estudio, los comentarios de los jueces fueron que presentaban un color suave y agradable, que daban la impresión de un pan integral y artesanal, el sabor, aroma y textura para el pan baguette con 7,5 % de HC. Además, dieron sugerencias de uso como para acompañar platillos con productos del mar en forma de crotones para caldo de mariscos, cebiches, en forma de "dip" o aderezo

### Conclusiones

La alternativa de secar excedentes de productos marinos como sucedió con el calamar gigante podría ser empleado para el desarrollo de productos alimenticios de amplio consumo como lo es el pan. Por lo que, a través de la combinación de harina de trigo y harina de calamar gigante hasta un 10 % de inclusión fue posible elaborar un pan tipo "baguette" con el beneficio de tener un incremento significativo en el aporte proteínico (37,81 %) que se reflejó en el contenido de aminoácidos indispensables. Por otro lado, cabe mencionar que se presentó una disminución de lisina, no obstante, como la harina de calamar tiene niveles altos de este aminoácido se va compensando a pesar de que hay otros aminoácidos que intervienen en reacciones derivadas del horneado, sin embargo, el nivel de éstos sigue siendo satisfactorio. Con base en las diferencias significativas de la evaluación sensorial fue la formulación del pan con 7,5 % de HC la que tuvo la mayor aceptación, por lo que este producto puede ser considerado aceptable para su consumo.

Finalmente, en este estudio, se cumplió con el objetivo de obtener un pan combinando proteína de origen vegetal (trigo) con proteína de origen marino (calamar), con un aumento en el contenido de aminoácidos indispensables y con buena aceptación sensorial, por lo que se puede considerar como una alternativa para cuando exista una sobrepesca de calamar.

### Agradecimientos

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, por su apoyo en la medición del color de los panes.

A la Escuela Culinary Central, Ciudad de México, por el apoyo en el uso de las instalaciones del laboratorio de panificación.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

### Referencias

1. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). Anuario Estadístico de Pesca 2015. [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario\\_2008](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2008).
2. Calvo Ma. de la Concepción, Carranco Ma. Elena, Salinas César A, Carrillo Silvia. Composición química de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Arch Latinoam de Nutr. 2016;66(1):74-81. <http://www.alanrevista.org/ediciones/2016/1/art-9>
3. Canesin MR, Betim Cazarin CB. Nutritional quality and nutrient bioaccessibility in sourdough bread. Curr Opin Food Sci 2021;40:81-86. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.007>
4. Freire Factos VM. Elaboración de panes con sustitución parcial de harina de trigo con fuentes alternativas de proteínas. 2019. <http://hdl.handle.net/10251/117674>
5. Koletta P, Irakli M, Papageorgiou M, Skendi A. Physicochemical and technological properties of highly enriched wheat breads with wholegrain non wheat flours. J Cereal Sci. 2014;60(3):561-568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2014.08.003>
6. CANAINPAN (Cámara Nacional de la Industria Panificadora). Panadería: Análisis del mercado y tendencias 2020. [https://www.marketdatamexico.com/es/article/Pan\\_Analisis\\_mercado\\_tendencias](https://www.marketdatamexico.com/es/article/Pan_Analisis_mercado_tendencias)
7. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. USA: Association of Analytical Communities. 2005.
8. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). Determinación de perfil de aminoácidos por Métodos internos MME-AA-01, MME-AA-02 y MME-AA-03. No. de Acreditación: A-0099-007/11. Dirección de Nutrición, Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Ciudad de México, México. 2011.
9. AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis. 11ed. Method 10-05.01. Guideliness for Measurement of Volumen by Rapeseed Displacement. AACC International, St. Paul, MN, USA. 2000.
10. Mathias-Rettig K, Ah-Hen K. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Agro Sur. 2014;42(2):57-66. <http://doi:10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>.
11. Domínguez SJM, Román GAD, Prieto GF, Acevedo SO. Sistema de notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. Rev Mex Cienc Agric. 2012;3(1):141-155. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n1/v3n1a10.pdf>
12. Pedrero DL, Pangborn RM. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra Mexicana. 1989.
13. Baardseth P, Kvaal K, Lea P, Ellekjaer MR, Faergestad EM. The Effects of Bread Making Process and Wheat Quality on French Baguettes. J Cereal Sci. 2000; 32(1): 73-87. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0320>.
14. Carranco-Jáuregui M, Fuente-Martínez B, Ramírez-Poblano M, Calvo-Carrillo M, Ávila-González E. Inclusión de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas* como fuente de proteína en dietas para gallinas ponedoras. Abanico Vet 2020; 10:1-12. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.14>
15. Roszkowska A, Pawlicka M, Mroczek A, Balabuszek K, Nieradko-Iwanicka B. Non-celiac gluten sensitivity: A review. Medicina (Kaunas). 2019;55(6):222. <https://doi.org/10.3390/medicina55060222>.
16. Adeleke R, Odedeji J. Acceptability Studies on Bread Fortified with Tilapia Fish Flour. Pak J of Nutr. 2010;9(6):531-534. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.531.534>.
17. Hernández OM, Duran OD. Características reológicas del pan de agua producto autóctono de Pamplona (Norte de Santander). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 2012;10(2):61-74. [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/86/83](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/86/83)
18. Noort M, Van Haaster D, Hemery Y, Schols H, Hamer R. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality e Evidence fibre protein interactions. J Cereal Sci. 2010;52(1):59-64. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.03.003>.
19. Monteiro M, Texeira E, Soares M, Caliarí M, Conte-Junior C. Estabilidad Físicoquímica del pan fortificado con harina de residuos de Tilapia. J of Food. 2019;17(1):36-43. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1547793>.
20. Jorge-Sánchez JR. Sustitutos del trigo en la elaboración del pan. [Tesis de posgrado]. Valencia, España: Universitat Politècnica de València, Escola Técnica Superior D'Enginyeria Agronómica I del Medi Natural. 2015. <http://hdl.handle.net/10251/55568>

Recibido: 13/03/2023  
Aceptado: 16/06/2023