

ppi 201502ZU4659

Esta publicación científica en formato digital es
continuidad de la revista impresa

ISSN 0254 -0770 / e-ISSN 2477-9377 / Depósito legal pp 197802ZU38



REVISTA TÉCNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- REDALYC
- REDIB
- SCIELO
- DRJI
- INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL
- LATINDEX
- DOAJ
- REVENCYT
- CHEMICAL ABSTRACT
- MIAR
- AEROSPACE DATABASE
- CIVIL ENGINEERING ABTRACTS
- METADEX
- COMMUNICATION ABSTRACTS
- ZENTRALBLATT MATH, ZBMATH
- ACTUALIDAD IBEROAMERICANA
- BIBLAT
- PERIODICA

UNIVERSIDAD DEL ZULIA



REVISTA TÉCNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

VOLUMEN 46

EDICIÓN CONTINUA

AÑO 2023

Dr. Ignacio Rodríguez Iturbe - Zuliano ilustre
Ingeniero civil, hidrólogo profesor universitario,
doctor honoris causa de la Universidad del Zulia,
epónimo de la orden al mérito Dr. Ignacio Rodríguez Iturbe,
ciudadano ejemplar con numerosos premios nacionales e internacionales.

Efecto de las Proporciones de Agua, Proteína Aislada de Soya y Almidón de Papa sobre las Propiedades Fisicoquímicas y Sensoriales de una Boloña de Gallina

Oscar René García Agüiño ¹, Bruno Cesar Giménez-López ^{2*}, Reina Mariangel Betancourt ¹, Angel Crespo ¹

¹Laboratorio de Tecnología II. Procesos Agroindustriales. Programa de Ingeniería. Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, CP 3001. Venezuela.

²Laboratorio de Fisicoquímica, Facultad de Ingenierías, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Universidad Privada San Juan Bautista, Ica. Código postal 11000 Perú.

*Autor de correspondencia: C27313@utp.edu.pe

<https://doi.org/10.22209/rt.v46a10>

Recepción: 11 de julio de 2022 | Aceptación: 03 de septiembre de 2023 | Publicación: 28 de septiembre de 2023

Resumen

La carne de gallina es reconocida a nivel mundial por sus beneficios a la salud y su bajo costo, comparada con la de cerdo, ternera y cordero. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la variación en las proporciones de agua (15, 20 y 25 %), proteína aislada de soya (1, 2 y 3 %) y almidón de papa (1,5; 2 y 2,5 %) en la elaboración de una boloña de gallina, generando un producto con aceptabilidad frente a una marca comercial. Para ello, se establecieron 30 combinaciones diferentes según el diseño de superficie de respuesta tipo Box-Behnken; el tamaño de cada unidad experimental fue de 400 g y se realizaron dos repeticiones por tratamiento para determinar textura, color y actividad de agua. Los datos obtenidos se analizaron mediante un modelo cuadrático completo, observándose la formulación óptima con una deseabilidad de 0,8350. Se caracterizó químicamente el producto, consiguiéndose una humedad de 67,97 %; contenido de proteínas de 21,16 %; de grasas de 23,13 % y de cenizas de 1 %. El producto elaborado se presenta como una alternativa confiable al consumidor y a la industria procesadora de gallinas ponedoras, por su alto contenido de proteínas, minerales y sin mostrar sinéresis.

Palabras clave: aceptabilidad; boloña; color; diseño Box-Behnken.

Effect of Water, Isolated Soy Protein and Potato Starch Proportions on the Physicochemical and Sensory Properties of a Chicken Bologna

Abstract

Chicken meat is recognized worldwide for its health benefits and its low cost, compared to pork, beef and lamb. The objective of this research was to evaluate the effect of variation in the proportions of water (15, 20 and 25 %), isolated soybean protein (1, 2 and 3 %) and potato starch (1.5, 2 and 2.5 %) in the elaboration of a chicken bologna, generating a product with acceptability compared to a commercial brand. For this, 30 different combinations were established according to the Box-Behnken type response surface design; the size of each experimental unit was 400 g and two repetitions per treatment were carried out to determine texture, color, and water activity. The data obtained were analyzed using a complete quadratic model, observing the optimal formulation with a desirability of 0.8350. The product was chemically characterized achieving a humidity of 67.97 %, protein of 21.16

%, fat of 23.13 %, and ash of 1 %. The elaborated product is presented as a reliable alternative to the consumer and to the laying hen processing industry, due to its high protein and mineral content and it did not show syneresis.

Keywords: acceptability; bologna; Box-Behnken design; color.

Efeito das Proporções de Água, Proteína Isolada de Soja e Amido de Batata nas Propriedades Físico-Químicas e Sensoriais de uma Bolonha de Frango

Resumo

A carne de frango é reconhecida mundialmente por seus benefícios à saúde e baixo custo, se comparada à carne suína, bovina e ovina. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da variação nas proporções de água (15, 20 e 25 %), proteína isolada de soja (1, 2 e 3 %) e fécula de batata (1,5, 2 e 2,5 %) no preparo de mortadela de frango, gerando um produto com aceitabilidade comparado a uma marca comercial. Para isso, foram estabelecidas 30 combinações diferentes de acordo com o projeto de superfície de resposta tipo Box-Behnken; O tamanho de cada unidade experimental foi de 400 g e foram realizadas duas repetições por tratamento para determinação de textura, cor e atividade de água. Os dados obtidos foram analisados através de modelo quadrático completo, observando a formulação ótima com desejabilidade de 0,8350. O produto foi caracterizado quimicamente, atingindo umidade de 67,97 %; teor proteico de 21,16 %; 23,13 % de gordura e 1% de cinzas. O produto fabricado apresenta-se como uma alternativa confiável ao consumidor e à indústria processadora de aves poedeiras, devido ao seu alto teor proteico e mineral e sem apresentar sinérese

Palavras -chave: aceitabilidade; mortadela; cor; projeto Box-Behnken.

Introducción

Las carnes de aves presentan un alto valor nutricional por su elevado contenido de proteínas y bajo contenido de colesterol, calorías y grasas, como lo indica Ayala Vargas (2018). En el ámbito económico se ha podido observar que la carne de gallina es mucho menos costosa que la de cerdo, ternera y cordero, lo que en definitiva la hace más atractiva para el consumidor Sujiwo *et al.* (2018). Esta disminución en los costos de producción de la carne de gallina se debe a los altos volúmenes de aves que son sacrificadas al finalizar su etapa productiva de postura de huevos, lo que finalmente permite obtener proteínas a bajo costo. Además, se ha reportado que las gallinas ponedoras contienen en su carne un alto contenido de proteínas miofibrilares y ácidos grasos como el omega-3, que son muy beneficiosos a la salud (Choe y Kim, 2020). Esto ha influido en el incremento a nivel mundial del consumo de carne de gallina en sus diferentes presentaciones, lo que indica que se proyecta un aumento en este sector cárnico para los próximos años (Camas-Robles *et al.*, 2020). United States Department of Agriculture (2010) define la salchicha tipo boloña como un embutido estadounidense parecido a la mortadela italiana elaborada con carne de cerdo finamente picada y cubos de manteca de cerdo, siendo originaria de la ciudad italiana de Bolonia. Asimismo, la boloña de gallina cocida estándar se define como un producto elaborado con base en carne procedente de la pechuga de aves, destinado para el consumo humano y al que se le añade sal, azúcar, especias y condimentos, además de gelificantes y proteína aislada de soja (COVENIN 3305, 1997).

En atención a las características de suave o áspero, crujiente o blando de los alimentos procesados, la textura representa una combinación de los atributos reológicos y estructurales geométricos y superficiales de un producto alimenticio, perceptible por medio de receptores mecánicos, táctiles, y en este caso, visuales y auditivos, según Schreuders *et al.* (2021). Por lo tanto, la textura está relacionada directamente con el contenido de agua y grasas presentes en los alimentos, como lo indica Rodríguez González *et al.* (2019); y cuando son elaborados en base a carne de gallina, la textura depende significativamente de la raza y la zona de la cual fue originada la carne, pechuga o muslo (Choe y Kim, 2020), haciendo que el agua sea un factor determinante en el proceso de aceptación del producto por parte del consumidor. De aquí la importancia de controlar los niveles de agua durante el proceso de elaboración del embutido, con la finalidad de eliminar la posibilidad de obtener un producto con características no deseadas (Attia *et al.*, 2016). Adicionalmente, el aspecto externo apropiado debe ser consistente, liso, regular, sin

grietas ni hundimientos ostensibles, pudiendo ir recubierta por una capa de gelificantes u otras materias primas autorizadas (García *et al.*, 2021).

Para obtener las características mencionadas, la industria cárnica utiliza los almidones de papa (*Solanum tuberosum*) porque contribuyen con la brillantez del producto final, por su alta capacidad para enlazarse con el agua como lo plantea Vargas *et al.*, (2016). Además, proporcionan viscosidad aportando tanto poder espesante como baja temperatura de gelatinización, baja tendencia a retrogradarse, resistencia a la degradación enzimática, bajo contenido residual de grasas y proteínas; haciendo a estas sustancias altamente aprovechables en aplicaciones alimentarias Vargas *et al.* (2016). También son agentes texturizantes que imparten características funcionales específicas al producto final, como: mejoran el rebanado, proveen una consistencia homogénea con buena cohesión y disminuyen la sinéresis (Hee-Jin *et al.*, 2020; Hongfang *et al.*, 2021). En el mismo sentido, los aislados de soya se usan principalmente para mejorar la textura de los productos cárnicos, pero también para incrementar el contenido proteico, mejorar el sabor y como emulgente (Hongfang *et al.*, 2021). La proteína aislada de soya contiene más de un 95 % de proteína e interviene en el valor proteico de los productos elaborados (Palacios y Loyola, 2010).

Considerando todo lo anterior, el objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto de la variación en las proporciones de agua, proteína aislada de soya y almidón de papa a utilizarse en la elaboración de una boloña de gallina, con la finalidad de generar un producto con aceptabilidad frente a marcas comerciales.

Materiales y Métodos

Formulación, elaboración y análisis de propiedades fisicoquímicas del producto

En la Tabla 1 se indican las diferentes combinaciones de almidón de papa (1,5; 2,0 y 2,5 %), proteína aislada de soya (1, 2 y 3 %) y de agua potabilizada. (15, 20 y 25 %) usadas, las cuales se establecieron mediante un diseño de superficie de respuesta (DSR) del tipo Box-Behnken, empleando el programa estadístico Minitab 17 para tres factores independientes y dos repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales. El almidón y la proteína fueron obtenidos en una empresa proveedora de suministros de embutidos (Refrancolis), en presentaciones de 20 kg. En cada tratamiento se midieron los indicadores físicos: textura, color y actividad de agua (aw).

La carne de gallina (ponedoras) que han finalizado su ciclo productivo fue obtenida de un frigorífico de Barquisimeto (Venezuela), separándose el *Pectoralis major* (pechuga) y los *Sartorius* (muslos) de forma manual, con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable, para luego proceder a pesar la cantidad de carne según la formulación (aproximadamente 250 g). La carne proveniente de la pechuga (50 %), los muslos (30 %) y la piel de la gallina (20 %) fue sometida a un proceso de molienda con discos de 3 mm de diámetro, manteniendo la temperatura por debajo de los 4 °C. Posteriormente, se realizó el mezclado de la carne molida (alrededor de 66 %) con la salmuera, previamente preparada en una proporción porcentual (%) de: 1,8 nitratos y nitritos; 0,13 azúcar; 0,3 eritorbato; 0,06 fosfatos; 0,5 glutamato monosódico; 0,025 carmín; 0,04 ajo; 0,42 pimienta; 0,1 orégano; almidón de papa (1,5; 2,0 y 2,5); proteína aislada de soya (1, 2 y 3) y agua (15, 20 y 25).

En cuanto a la determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto, en el caso de la dureza de la carne de pechuga, se midió utilizando un penetrómetro manual (modelo Koehler), empleando la metodología de Montero *et al.*, (2022). El color se determinó con un colorímetro Hunter Lab calibrado con un azulejo blanco (calibración Minolta plato N° 21733001, Y= 92,6; x= 0,3136; y= 0,3196), en 2° ángulo de observación con una fuente iluminante C. Posteriormente, fueron seleccionadas dos lecturas por muestra de boloña rebanada. Para la luminosidad (L*): blanco (100) hasta el negro (0), enrojecimiento (a*): rojo (+) hasta el verde (-), amarillento (b*): amarillo (+) hasta el azul (-); y para la actividad de agua (aw), se usó un medidor Aqualab® CX-2 directamente en la muestra de pechuga, según lo propuesto por Gutiérrez-Varas *et al.* (2022). Estos análisis se realizaron en el laboratorio de química agroindustrial de la UCLA.

Análisis de regresión, gráficos de superficie y contorno, y deseabilidad

Los análisis de regresión (R^2) son un criterio de valoración de la capacidad de explicación de los modelos de regresión, y representa el porcentaje de la varianza justificado por la variable independiente (Palacios y Loyola, 2010). La Ecuación 1 representa en forma simbólica el modelo de respuesta, considerando todos los términos lineales cuadráticos y los términos de interacción lineal-lineal (Montgomery, 2004):

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_{ii}^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon \quad (1)$$

Donde: β_0 es el término compensatorio, β_i el término dependiente o el efecto lineal del factor de entrada X_i , β_{ii} el efecto cuadrático del factor de entrada X_i , y β_{ij} el efecto de interacción lineal-lineal entre el factor de entrada X_i y X_j . La función de deseabilidad es la que permite obtener el punto factible donde los factores tienen un valor óptimo que equivale al grado de deseabilidad de la respuesta. Un valor de deseabilidad cercano a 1, quiere decir que la respuesta es deseable (Montgomery, 2004).

Tabla 1. Combinaciones de almidón de papa, proteína aislada de soya y agua usadas, según el diseño de superficie de respuesta del tipo Box-Behnken, generadas por el programa estadístico Minitab 17.

Tratamiento	Almidón de papa (%)	Proteína aislada de soya (%)	Agua (%)
1	1,5	3	20
2	2,5	2	15
3	1,5	1	20
4	2,5	2	15
5	2,5	1	20
6	2,0	1	25
7	1,5	2	15
8	2,0	3	25
9	2,0	2	20
10	2,0	2	20
11	1,5	1	20
12	2,0	1	25
13	2,5	2	25
14	2,0	2	20
15	2,0	2	20
16	2,0	2	20
17	2,0	1	15
18	2,0	1	15
19	2,0	3	25
20	2,5	3	20
21	2,5	3	20
22	1,5	2	25
23	2,5	1	20
24	1,5	3	20
25	2,0	3	15
26	1,5	2	15
27	2,5	2	25
28	2,0	2	20
29	1,5	2	25
30	2,0	3	15

Análisis fisicoquímico del producto

Se determinaron los siguientes parámetros: humedad (COVENIN 1077-97, 1997), proteínas (COVENIN 1218-80, 1980), grasas (COVENIN 3218-96, 1996) y cenizas (COVENIN 1220-99, 1999).

Evaluación de la aceptabilidad del producto

En esta fase se empleó una prueba afectiva con un panel sensorial no entrenado de 70 evaluadores, conformado por personas del sector San José del municipio Iribarren del estado Lara (Venezuela), aplicando una escala estructurada de 5 puntos. Los factores evaluados fueron: sabor, olor, color, textura y aceptación, para niveles de “desagrado= 1” hasta “me gusta mucho= 5”. A cada persona se le suministró una muestra del mejor tratamiento, así como de salchicha cocida superior de pollo tipo boloña de la marca Del Corral, usada de referencia, con códigos en orden aleatorio.

Análisis estadístico de datos

Se usó el programa Minitab 17 para el análisis de los resultados de las variables físicas y químicas, con la finalidad de identificar el producto optimizado, mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de la mediana de Mood, para una significancia de $p < 0,05$ en el análisis sensorial.

Resultados y Discusión

Formulación de niveles de almidón de papa, proteína aislada de soya y agua

Propiedades físicas del producto

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los 30 tratamientos evaluados de acuerdo con el diseño de superficie de respuesta (DSR) tipo Box-Behnken, obtenidos con el programa Minitab 17 para las variables estudiadas del que se podrán calcular los diferentes modelos que permitirán estimar los valores de los coeficientes de regresión (R^2) estimados para L^* , a^* , b^* , textura y aw , encontrados a partir de cuatro modelos poblacionales de respuesta de predicción los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Efecto de diferentes concentraciones de almidón de papa, proteína de soya y agua en las características fisicoquímicas y sensoriales de la boloña de gallina.

Tratamiento	Almidón de papa	Proteína de soya	Agua	Textura	aw	Color			Hue	Cr*	IC
						L*	a*	b*			
1	1,5	2	25	118	0,954	63,04	2,65	13,44	78,85	13,70	3,13
2	2,0	1	25	107	0,955	63,90	4,11	13,11	72,59	13,74	4,91
3	2,0	3	25	110	0,955	63,45	4,12	13,91	73,50	14,51	4,67
4	2,5	1	20	116	0,944	62,09	4,90	13,94	70,63	14,78	5,66
5	2,5	2	25	115	0,957	64,38	5,46	12,83	66,95	13,94	6,61
6	2,0	1	25	109	0,946	62,55	4,12	13,40	72,91	14,02	4,92
7	2,0	2	20	121	0,926	58,08	2,11	12,46	80,29	12,64	2,92
8	2,5	3	20	95	0,958	65,33	4,57	14,28	72,25	14,99	4,90
9	2,0	2	20	121	0,937	59,44	3,66	12,60	73,80	13,12	4,89
10	1,5	3	20	101	0,953	62,57	5,74	13,64	67,18	14,80	6,13
11	1,5	1	20	114	0,950	64,00	4,56	13,47	71,30	14,22	5,29
12	2,5	3	20	98	0,967	64,61	5,28	13,90	69,20	14,87	5,88
13	2,5	2	25	112	0,948	64,26	4,89	13,26	69,76	14,13	5,74
14	2,0	2	20	122	0,948	60,79	5,22	12,75	67,74	13,78	6,73
15	2,5	1	20	117	0,944	65,22	4,81	12,42	68,83	13,32	5,94
16	1,5	2	15	95	0,947	63,83	5,66	12,83	66,20	14,02	6,91
17	2,0	3	15	81	0,959	64,21	5,27	14,35	69,83	15,29	5,72
18	2,0	3	15	83	0,946	64,03	4,81	14,15	71,23	14,95	5,31
19	2,0	2	20	122	0,940	59,14	4,18	12,61	71,66	13,28	5,61
20	2,0	1	15	114	0,944	61,99	5,68	13,61	67,35	14,75	6,13
21	2,5	2	15	116	0,930	62,42	4,68	12,32	70,64	13,18	6,09
22	2,0	3	25	102	0,947	62,22	5,63	14,06	68,18	15,15	6,44
23	1,5	3	20	105	0,946	68,34	2,82	14,88	79,27	15,14	2,77
24	2,0	1	15	114	0,932	64,20	4,53	13,56	71,53	14,30	5,20
25	1,5	2	15	95	0,936	64,58	5,20	13,42	68,82	14,39	6,00
26	2,5	2	15	116	0,947	63,50	4,31	13,66	72,49	14,32	4,97
27	1,5	1	20	108	0,953	63,80	6,14	12,94	64,62	14,32	7,44
28	2,0	2	20	121	0,935	59,01	4,95	12,69	68,69	13,62	6,61
29	2,0	2	20	122	0,937	62,05	5,16	12,65	67,81	13,66	6,57
30	1,5	2	25	115	0,957	63,51	4,57	14,46	72,82	15,14	4,87

aw: actividad de agua, L*: luminosidad, a*: enrojamiento, b*: amarillento, Hue: tonalidad, Cr*: cromaticidad, IC: índice de color.

Tabla 3. Coeficientes de determinación (R^2) de cada modelo estadístico de L^* , a^* , b^* , textura, aw, Hue, Cr^* e IC de la boloña de gallina.

Resumen del modelo	R^2 (%)							
	L^*	a^*	b^*	Textura	aw	Hue	Cr^*	IC
Lineal	2,59	5,96	23,51	37,34	23,99	7,65	19,48	8,51
Lineal + cuadrado	67,63	12,42	63,13	73,20	53,52	9,02	65,74	8,76
Lineal + interacción	5,36	22,39	25,76	59,33	35,76	27,58	20,05	25,72
Cuadrático completo	70,40	28,86	65,38	95,19	65,29	28,94	66,31	25,97

L^* : luminosidad, a^* : enrojecimiento, b^* : amarillento, aw: actividad de agua, Hue: tonalidad, Cr^* : cromaticidad, IC: índice de color.

Según la Tabla 3 para los tres primeros modelos: modelo lineal, modelo de una función lineal + cuadrática y modelo lineal + interacción; se puede observar que no replican satisfactoriamente los datos obtenidos, debido a que sus valores de R^2 fueron inferiores al 80 % para L^* , a^* , b^* , textura, aw, Hue, Cr^* y IC. Sin embargo, al utilizarse el modelo cuadrático completo, los coeficientes R^2 indicaron una buena capacidad de predicción con resultados cercanos o superiores al 80 %; para el caso de la textura fue de 95,19 %; destacando una excelente capacidad de predicción, mientras que para L^* , b^* , aw y Cr^* los resultados fueron levemente superiores al 65 %, proporcionando una relativamente buena capacidad de predicción. En contraste, los R^2 de a^* , Hue, e IC mostraron ser inferiores al 50 %, que por su baja capacidad de predicción no serán tomados en cuenta al momento de predecir la fórmula de optimización de la boloña de gallina.

Al analizar las varianzas de los coeficientes cuadráticos observa que las variables respuestas para L^* , b^* , textura y aw presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), con un nivel de confianza del 95 %, indicando cambios de segundo orden en el comportamiento de las variables respuestas, tal como se observa en la Tabla 4, coeficientes que se utilizarán para calcular la formulación óptima de la boloña de gallina.

Tabla 4. Coeficientes de regresión de textura, L^* , b^* , aw y Cr^* para un modelo lineal + interacciones + cuadrados con las mejores predicciones de R^2 .

Parámetro	Factor	Textura	L^*	b^*	aw	Cr^*
Constante	b_0	121,50***	59,752***	12,627***	0,93717***	13,350***
Almidón de papa	b_1	2,13	-0,116	-0,154	-0,00006	-0,138
Proteína de soya	b_2	-7,75***	0,438	0,420**	0,00394**	0,391***
Agua	b_3	4,63***	-0,091	0,036	0,00487***	-0,054
Almidón de papa \times almidón de papa	b_1*b_1	-3,50**	2,557***	0,283	0,00685**	0,359
Proteína soya \times proteína soya	b_2*b_2	-11,25***	2,186***	0,774***	0,00785***	0,846***
Agua \times agua	b_3*b_3	-7,75***	1,381**	0,368**	0,00785	0,393**
Almidón de papa \times proteína de soya	b_1*b_2	-3,00	-0,060	-0,036	0,00512**	0,045
Almidón de papa \times agua	b_1*b_3	-6,00***	0,572	-0,193	0,00001	0,017
Proteína de soya \times agua	b_2*b_3	7,50***	-0,354	0,016	-0,00350	0,089

***: $p \leq 0,01$; **: $0,01 \leq p \leq 0,05$, L^* : luminosidad, b^* : amarillento, aw: actividad de agua, Cr^* : cromaticidad.

Análisis gráfico de las superficies de respuestas de las variables textura y color

En la Figura 1 se puede observar que para bajas concentraciones de proteínas aislada de soya y altos porcentajes de agua se obtuvieron los mayores niveles de textura; mientras que a medida que aumentaba la cantidad de almidón de papa, siempre y cuando la concentración de agua estuviese alrededor del 20 %, se observó un incremento en la textura hasta 120 mm, posiblemente por la formación de geles que modifican las estructuras y pueden alterar las texturas (Ma *et al.*, 2022). Por lo tanto, el uso de estos extensores cárnicos permite trabajar con un amplio rango de texturas, porque estos agentes texturizantes imparten características funcionales específicas al producto final (Rodríguez González *et al.*, 2015).

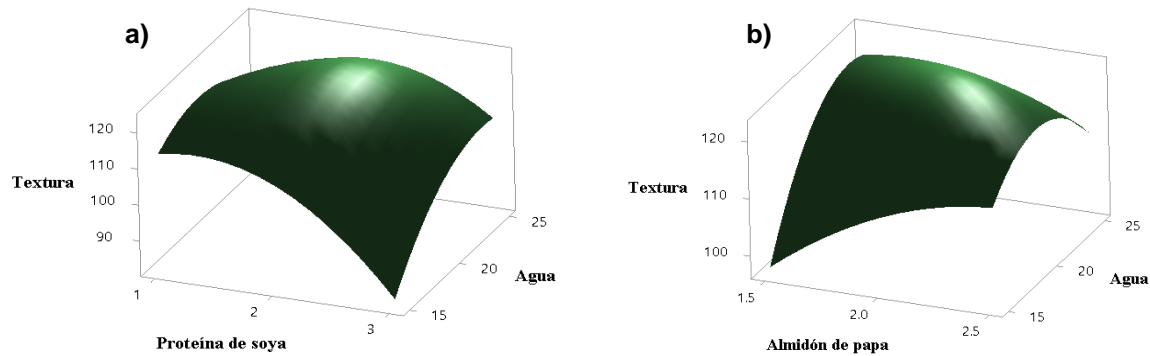


Figura 1. Superficies de respuesta textura para la boloña de gallina elaborada versus: a) proteína de soya y agua, b) almidón de papa y agua.

Como se puede observar en las Figuras 2a y 2b, para un 20 % de agua y 2 % de proteína aislada de soya y de almidón de papa, se obtuvo una disminución significativa de L^* del producto elaborado; mientras que, para 1,5 y 2,5 % de almidón de papa y 1 y 3 % de proteína aislada de soya se observa un incremento de L^* , lo que se puede deberse a un incremento en la captación de agua por parte del gel formado por las proteínas y los almidones, como lo ha propuesto García *et al.* (2021). Igualmente, se observó que a medida que decreció la concentración de almidón de papa y de proteína aislada de soya, también disminuyó b^* ; mientras que al aumentar la concentración de proteína aislada de soya y disminuir la cantidad de agua, se obtuvo un incremento de b^* (Figura 2c y 2d). La disminución de b^* en presencia de bajas cantidades de agua puede deberse a la menor cantidad de gel formado en la boloña de gallina, como también lo reportó Martínez *et al.* (2019), quienes indicaron que la presencia de almidón de papa contribuye en las mejoras de las características físicas del producto terminado. Además, se observó que Cr^* aumentó con el incremento de la concentración de proteína de soya, y disminuyó con el incremento del almidón de papa y agua. Estos valores de Cr^* para la proteína de soya se debe al comportamiento lineal de b^* , ya que esta registró valores superiores al aumentar sus concentraciones, como se puede observar en las Figuras 2e, 2f y 2g.

En la Figura 3 se visualiza que a mayor porcentaje de proteína aislada de soya y menor porcentaje de almidón de papa, aw se vio incrementada. Este mismo fenómeno se observó al incrementar la cantidad de agua en presencia de almidón, lo que permite corroborar la funcionalidad de la proteína aislada de soya y del almidón de papa; que juntos retienen agua libre encapsulándola en los macrocapilares (Solarte-Montúfar *et al.*, 2019).

La Figura 4 ilustra un resumen de los resultados de la función de deseabilidad obtenida. Las columnas presentan los tres factores y en las filas las variables: textura, aw , color (L^* y b^*) y Cr^* . La respuesta obtenida fue una deseabilidad de: 0,8350; por lo tanto, el proceso alcanzó una respuesta óptima global de 2,5 % de almidón de papa; 1,0 % de proteína aislada de soya y 19,84 % de agua. Los objetivos de las variables dependientes fueron obtenidos por productos comerciales.

Características fisicoquímicas del producto elaborado

La caracterización química, tal como se observa en la Tabla 5, develó un porcentaje de humedad en el producto óptimo de boloña de gallina de 67,97 %; inferior a los reportados por Hongfang *et al.* (2021) para los productos comerciales de pechuga de pollo cocida estándar, con un nivel de 75,80 %.

Tabla 5. Comparación de algunas propiedades fisicoquímicas de la boloña de gallina elaborada con otras referencias.

Muestra	Humedad + grasas (%)	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)
Gallina	91,1	67,97	21,16	23,13	11,14
COVENIN	Máx. 85	-	Mín. 11	Máx. 30	-
Pollo (Del Corral)	-	-	14	18	-

COVENIN: valores establecidos en la norma venezolana COVENIN 2593-02 (2002), Gallina: boloña de gallina elaborada en el presente estudio (formulación óptima), Pollo: salchicha cocida superior de pollo tipo boloña marca Del Corral, -: no incluido o no realizado.

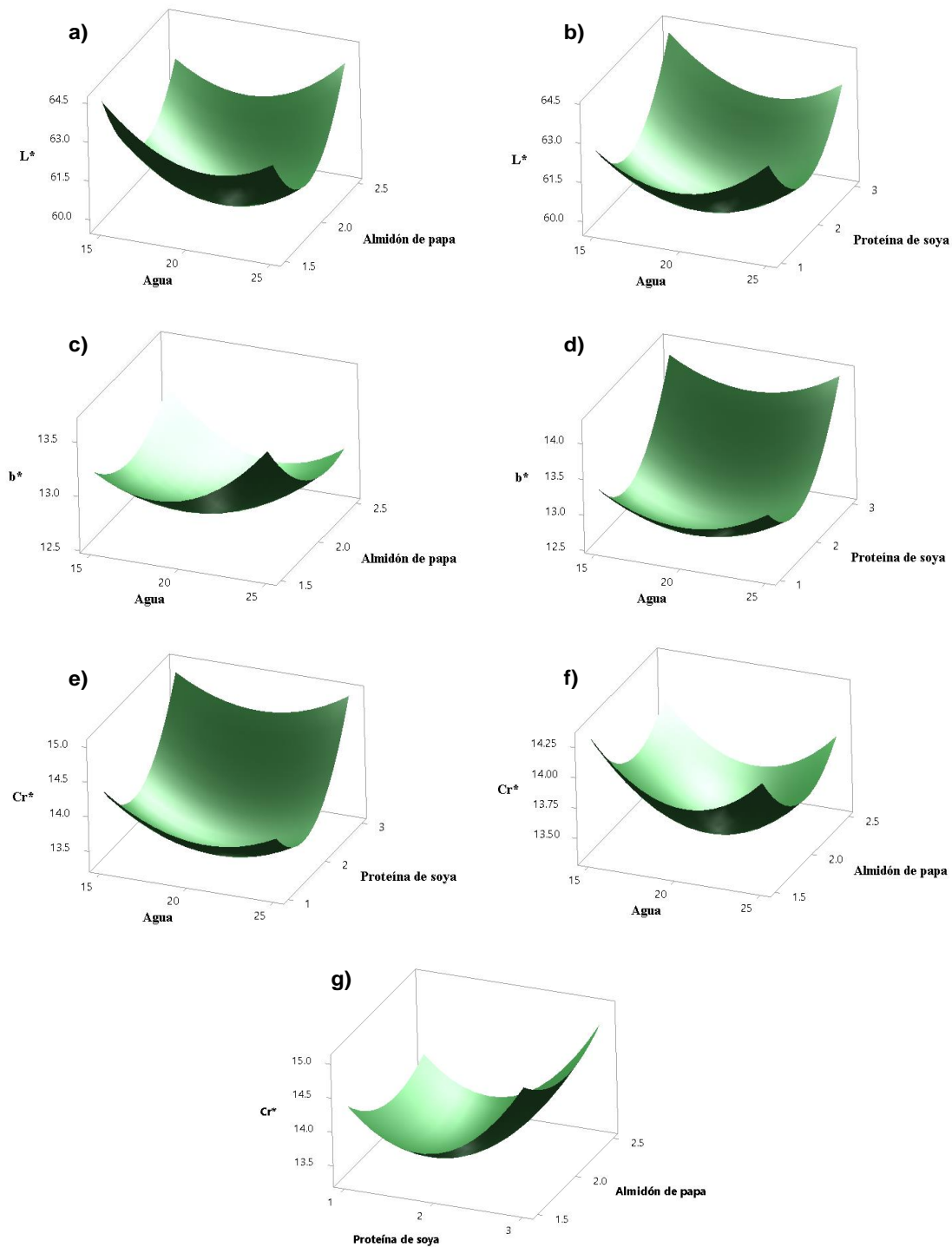


Figura 2. Superficie de respuesta para la boloña de gallina elaborada de: a) y b) luminosidad (L^*); c) y d) amarillento (b^*); e), f) y g) cromaticidad (Cr^*) versus almidón de papa, proteína aislada de soya y agua.

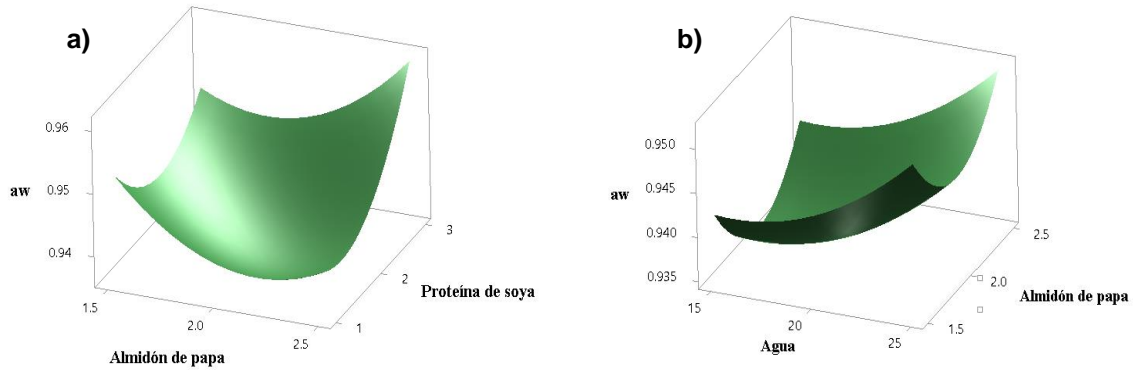


Figura 3. Superficie de respuesta para la boloña de gallina elaborada de actividad del agua (aw) versus: a) almidón de papa y proteína aislada de soya, b) almidón de papa y agua.

Óptimo	Alto	Almidón	Proteína	Agua
D	Act	2,50	3,0	25,0
0,83505	Bajo	[2,2879]	[1,0]	[19,8485]
		1,50	1,0	15,0

Compuesto Conveniencia 0,83505			
Textura Obj: 120,0 y = 119,9752 d = 0,99504			
aw Obj: 0,9410 y = 0,9401 d = 0,91979			
b* Obj: 13,0 y = 13,0097 d = 0,98057			
L* Obj: 62,320 y = 62,2982 d = 0,99496			
Cr* Obj: 16,010 y = 13,8234 d = 0,45473			

Figura 4. Resumen óptimo de la deseabilidad en la boloña rebanada. D: deseabilidad, Almidón: almidón de papa, Proteína: proteína aislada de soya, aw: actividad del agua, b*: amarillento, L*: luminosidad, Cr*: cromaticidad, Obj: objetivo, d: deseabilidad, y: valor calculado.

La norma venezolana COVENIN 1077-97 (1997) no establece un porcentaje de humedad requerido para este producto; sin embargo, la norma mexicana NMX-F-065 (1984) especifica un máximo de 70 % de humedad para salchichas, por lo que el valor obtenido en la boloña de gallina elaborada se encuentra dentro de los estándares internacionales. Al comparar los valores de humedad obtenidos con los presentados en trabajos similares, se encontró que son ligeramente superiores a los de Camas-Robles *et al.* (2020), quienes reportaron niveles de 45,33 % en carne de gallinas; de tal manera que, el producto elaborado presenta reducido contenido de agua, lo cual es favorable por ser menos sensible al ataque microbiano (Choe, 2022). Sin embargo, al sumar el contenido de humedad + grasas, como lo establece la norma venezolana COVENIN 3218-96 (1996), el producto elaborado no cumple con este valor ya que se excede en un 6,1 %. El porcentaje de humedad encontrado se debe al uso de los extensores cárnicos, tanto el almidón de papa como la proteína aislada de soya, ya que poseen gran capacidad de retención de agua porque

forman redes tridimensionales, dando lugar a la formación de un gel y haciendo el producto final más jugoso (Pacheco Pérez *et al.*, 2011).

El porcentaje de proteína en el producto boloña de gallina fue de 21,16 %, el cual se encuentra dentro de los requisitos químicos establecidos por COVENIN 1218-80 (1980), que indica un mínimo de 15 % de proteína de origen animal. En cuanto al porcentaje de grasas en el producto elaborado se obtuvo un 23,13 %, estando dentro del rango establecido en la normativa nacional de 30 % en 100 g de muestra (COVENIN 3218-96, 1996). Por su parte, el aporte de cenizas del producto realizado fue de 11,14 %; no obstante, la norma COVENIN 1220-99 (1999) no indica ningún requerimiento para este componente. Lo importante es que los resultados de porcentaje de cenizas fueron mayores a los reportados por Attia *et al.* (2016), quienes obtuvieron un 1 % para la pechuga de pollo sin tratamiento; y por Ismail *et al.* (2020) que indicaron valores entre de 3 y 4 % en carnes para hamburguesas. Como lo indica Ramos *et al.* (2020), el alto contenido de cenizas puede ser asociado a la pérdida de humedad, variaciones de la materia prima, tipo de formulación del producto y presencia de minerales naturales.

Aceptabilidad del producto

La prueba no paramétrica de Friedman para un nivel de confianza del 95 % permitió analizar estadísticamente el nivel de aceptación sensorial de la boloña de gallina, según la formulación óptima de deseabilidad obtenida para la misma, con un total de cuatro repeticiones. En función de esto, los atributos de color, apariencia, textura y sabor presentaron altos niveles de aceptabilidad estadísticamente significativos (p -valor mayor que el nivel de significancia, $p < 0,05$) y como lo plantean Ramos *et al.* (2020), esto se debe al procesamiento, fermentación y tipo de materias primas propias de la formulación, que pudieron incidir en la bioquímica y generación de reacciones enzimáticas, produciendo aromas típicos en los productos cárnicos agradables al consumidor. Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial por parte del panel, el mejor tratamiento contempló un 2,3 % de almidón, 1,0 % proteína de soya y 19,8 % agua

Conclusiones

La carne de gallina presentó propiedades tecnológicas adecuadas para la elaboración de una boloña con interés comercial. Además, el almidón de papa, la proteína aislada de soya y el agua causaron un efecto cuadrático en los diferentes tratamientos del producto elaborado a base de carne de gallina desgastada. Por último, la formulación óptima para un nivel de deseabilidad global de 0,83505, fue: 2,3 % de almidón de papa; 1,0 % de proteína aislada de soya y 19,8 % de agua.

Referencias Bibliográficas

- Attia, Y. A., Al Harthi, M. A., Korish, M. A., Shiboob, M. M. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(3), 321-339.
- Ayala Vargas, C. (2018). Importancia nutricional de la carne. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(especial), 54-61.
- Choe, J., Kim, H. Y. (2020). Physicochemical characteristics of breast and thigh meats from old broiler breeder hen and old laying hen and their effects on quality properties of pressed ham. *Poultry Science*, 99(4), 2230-2235.
- Choe, D. (2022). Pigmentos rojos antimicrobianos derivados de microbios para la formación de color y el control del crecimiento microbiano en salchichas: una mini revisión. *Korean Journal of Food Preservation*, 6(29), 837-851.
- COVENIN. (1997). *Pechuga de pollo*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 1077-97. (1997). *Leche y sus derivados. Determinación de humedad*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 1218-80. (1980). *Carne y productos cárnicos. Determinación de nitrógeno*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

- COVENIN 1220-99. (1999). *Carne y contenidos cárnicos. Determinación del contenido total de cenizas*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 2593-02. (2002). *Salchicha cocida de aves*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- COVENIN 3218-96. (1996). *Determinación de la grasa libre*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- García, O., Alvarado, R., Acevedo, I., Giménez-López, B. (2021). Efecto de carragenatos, proteína aislada de soya y carmín sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la pechuga de pollo cocida estándar. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 44(4), 169-178.
- Gutiérrez-Varas, M., Siche, R. (2022). Producción de salchichas saludables: una revisión de los sustitutos de origen vegetal para grasa, carne y sales. *Manglar*, 19(4), 379-389
- Hee-Jin, K., Hye-Jin, K., JinJoo, J., Ki-Chang, N., Kwan-Seob, S., Jong-Hyun, J., Kyong, S. K., Yangil, C., Sang-Ho, K., Aera, J. (2020). Comparison of the quality characteristics of chicken breast meat from conventional and animal welfare farms under refrigerated storage. *Poultry Science*, 99(3), 1788-1796.
- Hongfang, J., Xianzhe, H., Lingwen, Z., Xuefei, W. S. L., Hanjun, M., Fusheng, C. (2021). Effect of ice-temperature storage on some properties of salt-soluble proteins and gel from chicken breast muscles. *Journal of Food*, 19(1), 521-531.
- Ismail, T. H., Abouelmaatti, R. R., Gaafar, R.M., Elfeil, W.K. (2020). Análisis químico proximal de almuerzos y hamburguesas en mercados egipcios. *Revista Estadounidense de Ciencias Animales y Veterinarias*, 2(15), 145-152.
- Ma, C., Li, S., Yin, Y., Xu, W., Xue, T., Wang, Y., Liu, X., Liu, F. (2022). Preparation, characterization, formation mechanism and stability of allicin-loaded emulsion gel. *Food Science and Technology*, 161, 113389.
- Martínez, P., Peña, F., Gómez, Y., Vargas, G., Velezmore, C. (2019). Propiedades fisicoquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) var. 'UNICA'. *Revista Sociedad Química*, 85(3), 338-351.
- Montero, C., Piedad, M., Martelo, G., Raúl, J., Paternina, S. (2022). Efecto del liofilizado de plasma porcino y harina de frijol zaragozano (*Phaseolus vulgaris*) sobre los parámetros tecnológicos y de calidad sensorial de salchichas tipo Frankfurt. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2), e2293.
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. 2^{da} edición. Arizona: Limusa, S.A.
- NMX-F-065. (1984). *Alimentos. Salchichas. Especificaciones*. México: Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía de México.
- Pacheco, W. A., Restrepo, D. A., Sepúlveda, J. U. (2011). Revisión: uso de ingredientes no cárnicos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6257-6264.
- Palacios, A., Loyola, W. (2010). *Elaboración de chorizo y salchicha Frankfurt a partir de proteína de soya (Glycine max)*. Tesis de grado. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ramos M., Jordán O., Tuesta T., Silva M., Silva R., y Salvá B. (2020). Physicochemical, mechanical and sensory characteristics of cabanossi-type dry sausages made with llama (*Lama glama*) and pork (*Sus scrofa domestica*) meat. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(3), 411-422.
- Rodríguez, D. M., Giraldo, E., Restrepo, D. A. (2015). Evaluación sensorial e instrumental de textura de salchichones tipo estándar que contienen un extensor cárnico de pasta de pollo. *Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 22(2), 2145-2660.
- Schreuders, K. G., Schlangen, M., Kyriakopoulou, K., Boom, R. M., van der Goot, A. J. (2021). Texture methods for evaluating meat and meat analogue structures: a review. *Food Control*, 127, 1-14.
- Solarte-Montúfar, J. G., Díaz-Murangal, A. E., Osorio-Mora, O., Mejía-España, D. F. (2019). Rheological and functional properties of the starch from three varieties of Creole potato. *Información Tecnológica*, 30(6), 35-44.

Sujiwo, J., Dongwook, K., Jang, A. (2018). Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: correlations between freshness traits and torrymeter values. *Poultry Science*, 97, 887-2894.

United States Department of Agriculture. (2010). Perritos calientes y seguridad alimentaria [en línea] disponible en: https://web.archive.org/web/20110812130531/http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Hot_Dogs/index.asp [consulta: 22 febrero 2021]

Vargas, G., Martínez, P., Velezmoro, C. (2016). Functional properties of potato (*Solanum tuberosum*) starch and its chemical modification by acetylation. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 223-230.

Editor Asociado: *Laura Soto*

Departamento de Química, Laboratorio de Alimentos, Facultad Experimental de Ciencias
Universidad del Zulia (LUZ), Maracaibo, 4001, Zulia, Venezuela
laurarsotoa@gmail.com

Este artículo de investigación publicado en el volumen 46 (2023) está sujeto a una “*Fe de errata*” respecto a la identificación de sus autores, favor consultar el documento correspondiente disponible en el sitio web de la Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia (e-ISSN: 2477-9377): <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica>



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Volumen 46. Año 2023, Edición continua _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en septiembre 2023, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientificaluz.org