

OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA DE CLORUROS DE SODIO Y POTASIO EN EL SALADO DE CARNE CAPRINA (*Capra hircus*)

Optimization of Mixture of Sodium and Potassium Chlorides in Salting of Goat Meat (*Capra hircus*)

Otoniel Corzo ^{1*}, Nelson Bracho ², Jaime Rodríguez ³, Rosaura Escalona ⁴ y Silvia Medina ⁴

¹Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta. Guatamare. Venezuela. Tel/fax: 295-4006571. E-mail: otocorzo@cantv.net. ²Programa de Estadística. Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta. Guatamare. Venezuela. ³Programa de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo. Venezuela. ⁴Programa de Ingeniería Química. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición óptima de la mezcla de NaCl (X_1) y KCl (X_2) para salar carne caprina. La carne se cortó en trozos y se saló durante cuatro días utilizando diferentes mezclas, de acuerdo a un diseño D-óptimo de mezclas. Finalizado el salado, se determinó el contenido de humedad (X_a), contenido de sal (X_s), contenido de sodio (X_{Na}), contenido de potasio (X_K), el peso, el recuento de aerobios mesófilos (RAM) y la aceptación por sabor (Sa), aceptación por textura (Tex) y aceptación global (AG). Igualmente se calculó el rendimiento (R) del salado. Se ajustaron modelos matemáticos a los datos obtenidos y éstos explicaron entre el 86,88 y 99,33% de la variación en las variables respuesta, con una probabilidad del 95%. De acuerdo con la metodología de la función deseada, la composición óptima de la mezcla es 63% NaCl y 37% KCl. dando como resultado un 62,7 de rendimiento en el salado. La carne salada tendrá valores de 0,4408 g agua/g; 0,2331 g NaCl/g; 7.570,49 mg sodio/kg; 2.736,43 mg potasio/kg; $2,65 \times 10^4$ UFC/100 g; 5 (me gusta); 4 (ni me gusta ni me disgusta) y 5 (me gusta) para X_a , X_s , X_{Na} , X_K , RAM, Sa, Tex y AG, respectivamente.

Palabras clave: Optimización, mezclas, carne caprina.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the optimal composition of the mixture of NaCl (X_1) and KCl (X_2) for salting goat meat. Meat was cut into pieces and was salted for four days

using different mixtures, according to a D-optimal mixtures design. After salting, moisture content (X_a), salt (X_s), sodium content (X_{Na}), potassium content (X_K), weight, count of aerobic mesophiles (RAM), and acceptance by flavor (Sa), acceptance by texture (Text) and overall acceptance (AG) were determined in the different samples. Also the yield (Y) of salting was calculated. Mathematical models were fitted to data, explaining from 86.88 to 99.33% of the variation in the response variables, with a probability of 95%. According to the desired function methodology, the optimum composition of mixture is 63% NaCl and 37% KCl; resulting in 62.7% of yield during salting. Salted meat will have 0.4408 g water / g; 0.2331 g NaCl/g; 7570.49 mg sodium/ kg; 2736.43 mg potassium/ kg; 2.65×10^4 CFU /100 g, 5 (like); 4 (neither like or dislike) to 5 (like) to X_a , X_s , X_{Na} , X_K , RAM, Sa, Tex, and AG, respectively.

Key words: Optimization, mixtures, goat meat.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la carne de caprino (*Capra hircus*) tiene mucha importancia, sobre todo en los estados Lara y Falcón, ya que es muy frecuente su consumo. En estas regiones se acostumbra salar la carne caprina con NaCl, con el fin de conservarla y aportarle características organolépticas especiales. El consumo excesivo de sal se ha asociado a la hipertensión arterial y problemas cardíacos, por lo cual se han desarrollado investigaciones enfocadas a encontrar sustitutos [11, 32]. La sustitución parcial del NaCl por KCl parece la mejor opción para reducir el contenido de sodio, dado que las dos sales tienen propiedades similares y un aumento en la ingesta de potasio ejerce un efecto protector contra la hipertensión, excesiva excreción urinaria de calcio, osteoporosis y for-

mación de piedras en el riñón [24]. Se ha determinado que la sustitución de hasta un 30% de NaCl por KCl no cambia las características intrínsecas del queso [22, 27]; sin embargo, en carnes y pescado puede ser hasta un 50% [25, 29]. La optimización se ha usado en la producción de alimentos para determinar el funcionamiento eficaz de los sistemas de procesamiento en la elaboración de un producto altamente aceptable [7, 8, 12, 19, 20, 23, 26, 33]. En la literatura hay poca información disponible acerca de la optimización de mezclas salinas para salar alimentos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue optimizar la composición de la mezcla de NaCl y KCl en el salado de carne caprina.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las muestras

Se utilizó carne caprina adquirida en la zona de Punta Cardón, estado Falcón, Venezuela. La carne se cortó en 249 trozos con una longitud promedio de $8,0 \times 10^{-2}$ m, ancho promedio de $5,0 \times 10^{-2}$ m y espesor promedio de $1,0 \times 10^{-2}$ m usando un molde metálico. Se determinó el peso de cada trozo utilizando una balanza Sartorius, modelo AZ3102 Sartorius Mechatronics, EUA. El peso promedio de los trozos fue de 0,056 kg. Para caracterizar la carne fresca se utilizaron seis trozos, en los cuales se determinaron los contenidos de humedad (0,7405 g agua/g), según la norma venezolana COVENIN: 1120-97 [16], contenido de sal (0,005900 g NaCl/g) siguiendo la norma venezolana COVENIN: 1223-02 [17], pH (6,02) según la norma venezolana COVENIN: 11315-79 [14], y la actividad de agua ($A_w = 0,972$) utilizando un medidor de actividad de agua Aqualab CX3 Decagon Devices, Inc. Pullman, WA. EUA.

Salado

Se formaron al azar trece grupos experimentales contentivos de seis trozos cada uno, previamente pesados, y se salaron en pila utilizando mezclas de NaCl y KCl (TABLA I). Cada grupo experimental se introdujo en un recipiente de plástico con drenaje, colocando una capa de sal en el fondo, dos capas de tres trozos cada una con una de mezcla entre ellas y otra sobre la capa superior, obteniendo así tres capas de sal y dos de carne. La proporción de mezcla a carne fue de 0,85:1. El salado en pila se efectuó durante 96 horas (h), recubriendo el recipiente con una malla plástica. Este procedimiento se efectuó a las condiciones correspondientes según un diseño experimental D-óptimo para mezclas [28]. Después del salado, los trozos se sacudieron para eliminar el exceso de mezcla y se determinó en cada uno de ellos, el peso, contenido de humedad (Norma COVENIN: 1120-97) [16], contenido de sal (Norma COVENIN: 1223-02) [17], rendimiento, contenido de sodio y contenido de potasio utilizando la norma COVENIN 844-78 [13]. Igualmente se realizó el recuento de aerobios mesófilos (Norma COVENIN: 902-87) [15]. Los trozos restantes se empacaron al vacío en una empacadora Oster 2040, Sunbeam Products, Inc., EUA, y se refrigeraron en una nevera Frigidaire, modelo FPUS2698LF, Frigidaire Inc, Canadá, para evaluar sensorialmente su aceptación global, por sabor y textura.

El rendimiento del proceso total se calculó según la ecuación:

$$R = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \quad (1)$$

TABLA I
VALORES PROMEDIO OBSERVADOS EN CARNE SALADA CON DIFERENTES MEZCLAS

X_1	X_2	X_a	X_s	R	X_{Na}	X_K	RAM 10^4	Sa	Te	AG
0,50	0,50	0,4512	0,2245	0,693	6690	5370	4,00	4,6	3,8	6,0
1,00	0,00	0,4313	0,2124	0,633	12254	897	1,68	6,8	5,7	6,4
0,75	0,25	0,4315	0,2376	0,604	8610	3850	1,71	4,3	3,8	4,0
0,75	0,25	0,4385	0,2339	0,594	8600	3850	1,70	4,2	4,2	4,2
0,50	0,50	0,4521	0,2275	0,685	6680	5400	4,3	4,8	4,0	5,8
0,50	0,50	0,4498	0,2220	0,703	6650	5380	4,2	4,7	3,7	5,7
0,62	0,38	0,4426	0,2315	0,704	8300	4730	2,52	4,0	4,2	5,0
0,75	0,25	0,4317	0,2364	0,597	8620	3850	1,75	4,1	3,9	4,0
1,00	0,00	0,4324	0,2140	0,632	897	5370	1,70	7,0	6,0	6,0
0,75	0,25	0,4345	0,2343	0,592	8610	3850	1,75	4,3	4,1	4,0
0,88	0,12	0,4320	0,2281	0,583	10400	2067	1,79	5,2	5,2	4,2
0,75	0,25	0,4329	0,2310	0,592	8600	3848	1,76	4,2	4,1	4,0
1,00	0,00	0,4318	0,2143	0,644	898	5400	1,70	6,8	5,8	6,0

X_1 = Contenido de NaCl (g/g); X_2 = Contenido de KCl (g/g); X_a = contenido de agua (g/g); X_s = contenido de sal (g NaCl/g); R = rendimiento; X_{Na} = contenido de sodio (mg/kg); X_K = contenido de potasio (g/g); RAM= recuento de aerobios mesófilos (UFC/100 g); Sa = aceptación por sabor; Tex = aceptación por textura; AG = aceptación global.

Análisis sensorial afectivo

Los trozos se sacaron del refrigerador, se dejaron a temperatura ambiente por dos h, luego se introdujeron en un horno microondas LG, modelo MJ3281BP (LG Electronics, España) a 100°C durante 3 minutos (min) e inmediatamente se evaluaron sensorialmente por medio de 25 panelistas conformados por estudiantes y empleados de la Universidad Experimental Francisco de Miranda. La evaluación se efectuó en un cuarto iluminado con luz fluorescente. Las muestras cocidas se cortaron en pequeños trozos y se sirvieron en platos de plástico blancos codificados con tres dígitos. En las muestras se evaluó la aceptación del sabor, textura y global, utilizando una escala descriptiva de 7 puntos (1 = me disgusta extremadamente; 2 = me disgusta bastante, 3 = me disgusta; 4 = ni me gusta ni me disgusta; 5 = me gusta, 6= me gusta bastante; 7 = me gusta extremadamente).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño D-óptimo de mezclas para evaluar los efectos combinados de dos factores (% NaCl y % KCl) codificados como X_1 y X_2 , respectivamente. Con base en pruebas preliminares, para la proporción de los dos factores se tomaron en cuenta las restricciones de $0,50 \leq X_1 \leq 1,00$ y $0 \leq X_2 \leq 0,50$. Las variables respuesta fueron: contenido de humedad (X_a), contenido de sal (X_s), rendimiento (R), contenido de sodio (X_{Na}), contenido de potasio (X_K), recuento de aerobios mesófilos (RAM), aceptación por sabor (Sa), aceptación por textura (Tex) y aceptación global (AG). El diseño consistió de 13 corridas experimentales que incluían ocho réplicas (TABLA I) con el fin de determinar los diferentes estadísticos de adecuación de los modelos. La función de la variable respuesta (Y) fue expresada por efectos lineales de los factores y sus interacciones:

$$Y_k = \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j \quad (2)$$

donde Y_k representa la respuesta experimental, β_i el coeficiente lineal y β_{ij} el coeficiente de la interacción, mientras que k es igual al número de los factores ensayados ($k = 2$).

Optimización

Para la optimización de la composición de la mezcla de NaCl y KCl, se empleó el método de la función deseada [28], que consiste en estandarizar cada respuesta en una función d_n cuyo valor varía de 0 (fuera del rango deseado) a 1 (en el rango deseado). Para todas las funciones deseadas de las diferentes respuestas se define una función total D ($0 < D < 1,0$) igual al promedio geométrico de las n funciones individuales deseadas. Un valor alto de D indica las mejores funciones del sistema, lo cual se considera como la solución óptima. Los valores óptimos se determinan a partir de los valores individuales de las funciones deseadas que maximizan D .

Análisis estadístico

Se aplicó la regresión lineal y el análisis de varianza para ajustar los modelos y para examinar la significancia ($P < 0,05$) de los términos del modelo. La bondad del ajuste de los modelos se determinó mediante el coeficiente de determinación (R^2). Con el fin de determinar si los modelos servían para predecir las variables respuesta consideradas, se analizaron los estadísticos de adecuación: la suma de cuadrados del error de predicción (PRESS), R^2 de predicción (R^2_p) y la precisión de adecuación (PA) [27]. Un PRESS bajo, R^2_p comparable a R^2 y PA mayor de 4, implica que el modelo ajustado es adecuado para predecir. El diseño experimental, análisis estadístico y la optimización numérica fueron realizados utilizando el paquete estadístico Design Expert versión 6.0.4 [18] (Stat-Ease, Inc. Minneapolis, MN. EUA.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de las diferentes variables respuesta se presentan en la TABLA I. Se puede observar que, los valores variaron entre 0,45 y 0,4325 g agua/g; 02622 y 0,0677 g NaCl/g; 0,4595 y 0,6396; $1,68 \times 10^4$ y $4,30 \times 10^4$ UFC/100 g; 6650 y 12254 mg sodio/kg; 897 y 8895 mg potasio/kg, 4 y 7; 3,8 y 6; y 4 y 6,4 para X_a , X_s , R, RAM, X_{Na} , X_K , Sa, Tex y AG, respectivamente. Es conveniente destacar que el contenido de 897 mg potasio/kg corresponde a la muestra salada únicamente con NaCl y por lo tanto, corresponde a la cantidad de potasio presente en la carne fresca. La mayor evaluación sensorial correspondió para la carne salada utilizando NaCl, y la menor cuando se empleó una mezcla de 75% NaCl y 25% K Cl. Los menores contenidos de humedad, sal y recuento de aerobios mesófilos los presentaron las muestras saladas con NaCl. Todos los valores de RAM están por debajo del límite máximo aceptable de $1,0 \times 10^7$ UFC/100g. Estudios similares en filetes de caballa (*Scomber scombrus*) [29], bacalao (*Gadus morhua*) salado [31], lubina (*Dicentrarchus labrax*) [21], lonjas de cerdo (*Sus scrofa domestica*) [1, 2, 5, 6, 9], mortadela [25] y jamón curado y seco [3, 4, 10, 30] han encontrado que el contenido de NaCl en la mezcla se podía reducir hasta 50%, sin afectar significativamente las características sensoriales y microbiológicas de los productos. Sin embargo, se presentan sabores amargos y metálicos cuando la reducción está entre 40 y 50% [10].

Ajuste de los modelos

El análisis estadístico de los modelos ajustados (TABLA II) muestra que éstos explican el 86,88; 88,20; 96,37; 99,33; 98,94; 99,13; 96,08; 96,11 y 98,30% de la variabilidad de X_a , X_s , R, X_{Na} , X_K , Sa, Tex, AG y RAM, respectivamente. Todos los términos de los modelos son significativos ($P < 0,05$). Por otra parte, los modelos presentaron bajos valores de PRESS, altos valores de R^2 de predicción comparables con los de R^2 del ajuste y PA mayores de 4. Por lo tanto, los

TABLA II
ESTADÍSTICOS DE ADECUACIÓN DE LOS MODELOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA

Modelo	PRESS	R ²	R ² _p	PA
X _a	0,000166	0,8688	0,8134	12,295
X _s	0,000211	0,8820	0,8584	12,774
R	0,001064	0,9637	0,9535	25,889
X _{Na}	0,000074	0,9933	0,9920	53,999
X _K	0,000060	0,9894	0,9858	47,290
Sa	0,21	0,9913	0,9878	53,446
Tex	0,56	0,9608	0,9461	24,065
AG	0,47	0,9611	0,9365	22,913
RAM	0,000005	0,9830	0,8627	23,623

PRESS = suma de cuadrados del error de predicción; R² = Coeficiente de determinación del ajuste; R²_p = Coeficiente de determinación de predicción; PA = precisión de adecuación.

modelos obtenidos proveen una adecuada aproximación a los cambios y se pueden utilizar para predecir los valores de las variables respuestas estudiadas.

Los modelos obtenidos corresponden a:

$$X_a = 0,433 X_1 + 0,523 X_2 - 0,107 X_1 X_2 \quad (3)$$

$$X_s = 0,212 X_1 + 0,107 X_2 + 0,256 X_1 X_2 \quad (4)$$

$$X_{Na} = 12410,77 X_1 + 8194,07 X_2 - 14292,29 X_1 X_2 \quad (5)$$

$$X_K = 909,34 X_1 + 4701,24 X_2 + 9974,91 X_1 X_2 \quad (6)$$

$$R = 0,634 X_1 + 1,33 X_2 - 1,12 X_1 X_2 \quad (7)$$

$$Sa = 6,96 X_1 + 4,81 X_2 - 6,71 X_1 X_2 \quad (8)$$

$$Te = 5,92 X_1 + 3,99 X_2 - 3,62 X_1 X_2 \quad (9)$$

$$AG = 5,18 X_1 + 5,88 X_2 - 5,95 X_1 X_2 \quad (10)$$

$$RAM = 1,71 \times 10^4 X_1 + 1,31 \times 10^5 X_2 - 1,38 \times 10^5 X_1 X_2 \quad (11)$$

La magnitud de los coeficientes de los efectos lineales de los factores X₁ y X₂ en los modelos indica que al incrementarse los valores de éstos, también lo hacen los de las variables respuestas. El mayor efecto de X₁ se logra en el contenido de sal, la aceptación por sabor y la aceptación por textura y por supuesto en el contenido de sodio, mientras que el mayor efecto de X₂ ocurre en el contenido de sal, rendimiento, recuento de aerobios mesófilos, aceptación global y por ende en el contenido de K. Los coeficientes de X₁X₂ son positivos en los modelos para los contenidos de sal y potasio, indicando así que éstos aumentan por los efectos combinados de X₁ y X₂; estos efectos disminuyen los valores de las demás variables respuesta, ya que los coeficientes de X₁X₂ en los modelos son negativos.

Optimización de la composición de la mezcla de salado

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones, o condiciones deseadas en la carne salada: mínimo X_a, máximo X_s, máximo R, mínimo X_{Na}, X_K en el rango experimental, mínimo RAM y máximos Sa, Tex y AG. La solución resultante con un D igual a 0,492 (FIG. 1), correspondió a la mezcla óptima de salado con 63% de NaCl y 37% de KCl; con ella se tendrá un rendimiento del proceso igual a 62,7 % y se producirá una carne salada con un contenido de humedad de 0,4408 g/g, contenido de sal de 0,2331g/g, un contenido de sodio de 7.570,49 mg Na/kg, contenido de potasio de 2.736,43 mg K/kg, un recuento de aerobios mesófilos de 2,65 x 10⁴ UFC/ 100 g, una aceptación por sabor igual a 5 (me gusta), una aceptación de textura igual a 4 (ni me gusta ni me disgusta) y una aceptación global de 5 (me gusta).

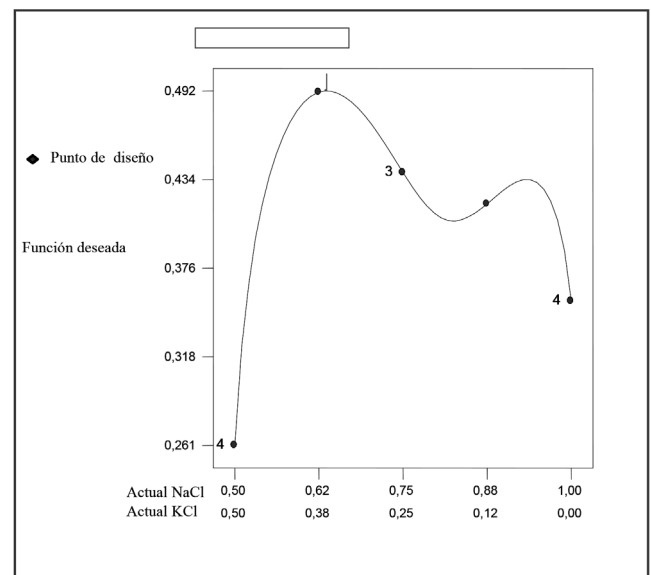


FIGURA 1. FUNCIÓN DESEADA PARA LA OPTIMIZACIÓN.

CONCLUSIONES

Aplicando un diseño D-óptimo de mezclas se obtuvieron los datos necesarios para ajustar modelos matemáticos que explicaran y predijeran el contenido de agua, contenido de sal, contenido de sodio, contenido de potasio, rendimiento del proceso, aceptación por sabor, aceptación por textura, aceptación global y recuento microbiológico en trozos de carne caprina salada con diferentes mezclas de NaCl y KCl. Los modelos explicaron entre 86,88 y 99,33% de la variabilidad de las características señaladas en función del contenido de estas sales en la mezcla. Mediante la metodología de la función deseada se determinó que la mezcla óptima contiene 63% de NaCl y 37% de KCl. El salado realizado con esta mezcla tendrá un 62,7% de rendimiento y la carne salada estará caracterizada por un contenido de humedad de 0,4408 g/g, contenido de sal de 0,2331g/g, contenido de sodio de 7.570,49 mg Na/kg, contenido de potasio de 2.736,43 mg K/kg, y un recuento de aerobios mesófilos de $2,65 \times 10^4$ UFC/100 g. Igualmente, la carne cuando se evalúe sensorialmente tendrá una aceptación por sabor igual a 5 (me gusta), una aceptación de textura igual a 4 (ni me gusta ni me disgusta) y una aceptación global de 5 (me gusta).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALIÑO, M.; GRAU, R.; BAIGTS, D.; BARAT, J.M. Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. **J. Food Eng.** 95:551–557. 2009a.
- [2] ALIÑO, M.; GRAU, R.; FUENTES, A.; BARAT, J.M. Characterisation of pile salting with sodium replaced mixtures of salts in dry-cured loin manufacture. **J. Food Eng.** 97:434–439. 2010c.
- [3] ALIÑO, M.; GRAU, R.; FUENTES, A.; BARAT, J.M. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. **J. Food Eng.** 99:198–205. 2010d.
- [4] ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BARAT, J.M. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. **Meat Sci.** 86:331–336. 2010.
- [5] ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESÁ, E.; PAGÁN, M.J.; BARAT, J.M. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. **Meat Sci.** 83:423–430. 2009b.
- [6] ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESÁ, E.; PAGÁN, M.J.; BARAT, J.M. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. **Meat Sci.** 85:580–588. 2010b.
- [7] AN, K.; DING, S.; TAO, H.; ZHAO, D.; WANG, X.; WANG, Z.; HU, X. Response surface optimisation of osmotic dehydration of Chinese ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) slices. **Int. J. Food Sci. Tech.** 48 (1): 28–34. 2013.
- [8] ARBALLO, R.; BAMBICHA, R.R.; CAMPAÑONE, L.A.; AGNELLI, M.E.; MASCHERONI, R.H. Mass transfer kinetics and regression-desirability optimisation during osmotic dehydration of pumpkin, kiwi and pear. **Int. J. Food Sci. Tech.** 47 (2): 306–314. 2012.
- [9] ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M.C.; BARAT, J.M.; TOLDRÁ, F. Biochemical and sensory properties of dry-cured loins as affected by partial replacement of sodium by potassium, calcium and magnesium. **J. Agric. Food Chem.** 57: 9699–9705. 2009.
- [10] ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M.C.; BARAT, J.M.; TOLDRÁ, F. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacement of NaCl by other chloride salts. **Meat Sci.** 90: 361–367. 2012.
- [11] BRASCHI, A.; GILL, L.; NAISMITH, D.J. Partial substitution of sodium with potassium in white bread: feasibility and bioavailability. **Int. Food Sci. Nutr.** 60: 507–521. 2009.
- [12] CHANDI, G.K.; SEETHARAMAN, K. Optimization of gluten peak tester: a statistical approach. **J. Food Qual.** 35(1): 69-75. 2012.
- [13] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma venezolana COVENIN: 844-78. Alimentos: Determinación de Sodio y Potasio. 1978.
- [14] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 11315-79. Alimentos. Determinación del pH (Acidez iónica). 1979.
- [15] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 902-87. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de petri (Segunda revisión). 1987.
- [16] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 1120-97. Carne y productos cárnicos. Determinación de humedad. (Segunda revisión). 1997.
- [17] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 1223-02. Alimentos: Determinación de sal. 2002.
- [18] DESIGN-EXPERT. User's guide. Version 6.0.4. Stat-Ease, Inc. Minneapolis, MN. EUA. 86 pp. 2001.
- [19] DIAMANTE, L.M.; SAVAGE, G.P.; VANHANEN, L. Optimisation of vacuum frying of gold kiwifruit slices: application of response surface methodology. **Int. J. Food Sci. Tech.** 47 (3): 518–524. 2012.
- [20] ECHAVARRÍA, A.; IBARZ, A.; CONDE, J. Optimising by the response surface methodology the enzymatic elimi-

- nation of clogging of a microfiltration membrane by pectin cake. *Int. J. Food Sci. Tech.* 57: 47–52. 2012.
- [21] FUENTES, A.; FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I.; SERRA, J.A.; BARAT, J.M. Development of a smoked sea bass product with partial sodium replacement. *LWT - Food Sci. Tech.* 43 (9): 1426–1433. 2010.
- [22] GOMES, A.P.; CRUZ, A.G.; CADENA, R.S.; CELEGHINI, R.M.S.; FARIA, J.A.F.; BOLINI, H.M.A.; POLLONIO, M.A.R.; GRANATO, D. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *J. Dairy Sci.* 94 (6): 2701-2706. 2011.
- [23] GÓMEZ-MORIEL, C.B.; QUINTERO-RAMOS, A.; CAMACHO-DÁVILA, A.; RUIZ-GUTIÉRREZ, M.G.; TALAMÁS-ABBUD, R.; OLIVAS-VARGAS, R.; BARNARD, J. Optimization of chipotle pepper smoking process using response surface methodology. *J. Food Qual.* 35(1): 21-33. 2012.
- [24] HALL, J.E. The kidney, hypertension, and obesity. *Hypertension* 41: 625–633. 2003.
- [25] HORITA, C.N.; MORGANO, M.A.; CELEGHINI, R.M.S.; POLLONIO, M.A.R. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Sci.* 89 (4):426-33. 2011.
- [26] KHA, T.C.; NGUYEN, M.H.; PHAN, D.T.; ROACH, P.D.; STATHOPOULOS, C.E. Optimisation of microwave-assisted extraction of Gac oil at different hydraulic pressure, microwave and steaming conditions. *Int. J. Food Sci. Tech.* 48 (7): 1436–1444. 2013.
- [27] KUMAR, S.; KANAWJIA, S.K. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on sensory and textural characteristics of buffalo feta-type cheese during ripening. *J. Food Proces. Preserv.* 36 (5): 431-437. 2011.
- [28] MYERS, R.H.; MONTGOMERY, D.C. Experiment with mixtures. In: **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments.** 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. Pp 557-577. 2002.
- [29] PARK, J.N.; HWANG, K.T.; KIM, S.B.; KIM, S.Z. Partial replacement of NaCl by KCl in salted mackerel (*Scomber japonicus*) fillet products: effect on sensory acceptance and lipid oxidation. *Int. J. Food Sci. Tech.* 44(8): 1572–1578. 2009.
- [30] RIPOLLÉS, S.; CAMPAGNOL, P.C.B.; ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M.C.; TOLDRÁ, F. Influence of partial replacement of NaCl for KCl, CaCl₂ and MgCl₂ in lipolysis and lipid oxidation in dry cured ham. *Meat Sci.* 89: 58–64. 2011.
- [31] RODRIGUES, M.J.; HO, P.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; BANDARRA, N.M.; NUNES, M.L. Chemical, microbiological, and sensory quality of cod products salted in different brines. *J. Food Sci.* 70(1): M1-M6. 2005.
- [32] RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Sci.* 70: 531–541. 2005.
- [33] VARDIN, H.; YASAR, M. Optimisation of pomegranate (*Punica Granatum* L.) juice spray-drying as affected by temperature and maltodextrin content. *Int. J. Food Sci. Tech.* 47 (1): 167-176. 2012.