

Sustitución parcial de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl) y su efecto en la elaboración de salchicha de pollo

Partial substitution of sodium chloride (NaCl) for potassium chloride (KCl) and its effect on the processing of chicken sausage.

Erick Caballero-Noboa¹, Andrea Cortez-Espinoza¹, Jhonnatan Aldas-Morejón¹, Karol Revilla-Escobar¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Quevedo, Ecuador.

Autor de correspondencia: karol.revilla2015@uteq.edu.ec

Recibido: 22/02/2023. Aceptado: 11/05/2023
Publicado el 30 de junio de 2023

Resumen

Una propuesta eficiente, para disminuir los niveles de sodio en productos cárnicos y desarrollar formulaciones saludables, es disminuir la cantidad de cloruro de sodio (NaCl) mediante la sustitución por productos que no alteren las características proximales y sensoriales. El principal objetivo de esta investigación fue evaluar la sustitución parcial de NaCl por KCl y su efecto en la elaboración de salchicha de pollo. La evaluación de las características proximales (pH, humedad, grasa y proteína) se realizó de acuerdo a las normas NTE INEN: 783; 1338; 778 y la caracterización sensorial: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad se realizó mediante un panel de catación conformado por 10 personas, según los requerimientos de la normativa NTE INEN 1217. En cuanto a los resultados, se determinó que la sustitución parcial de NaCl por KCl, no influyó en las características proximales, obteniendo valores para: pH entre 5.40 – 6.10; humedad 58.33 – 61.55; grasa 1.50 – 3.85 y proteína entre 3.90 – 6.25. En relación a las características organolépticas se obtuvo que el T1 = 1% de KCl y 1,4% NaCl + 0,93% zanahoria + 10 días de almacenamiento + 4 °C situó los valores más altos para las categorías estudiadas. De esta forma, se menciona que el KCl puede emplearse como sustituto parcial, contribuyendo favorablemente a la reducción de sodio en los derivados cárnicos.

Palabras clave: cárnicos, formulación, características sensoriales, saludable.

Abstract

An efficient proposal for reducing sodium levels in meat products and developing healthy formulations is to reduce the amount of sodium chloride (NaCl) by substituting it with products that do not alter the proximate and sensory characteristics. The main objective of this research was to evaluate the partial substitution of NaCl for KCl and its effect on the preparation of chicken sausage. The evaluation of proximal characteristics (pH, moisture, fat and protein) was carried out according to NTE INEN standards: 783; 1338; 778 and sensory characterization: odor, color, flavor, texture and acceptability was performed by a tasting panel composed of 10 people, according to the requirements of NTE INEN 1217. As for the results, it was determined that the partial substitution of NaCl for KCl did not influence the proximal characteristics, obtaining values for: pH between 5.40 - 6.10; humidity 58.33 - 61.55; fat 1.50 - 3.85 and protein between 3.90 - 6.25. In relation to the organoleptic characteristics, it was found that T1 = 1% KCl and 1.4% NaCl + 0.93% carrot + 10 days of storage + 4 °C had the highest values for the categories studied. Thus, it is mentioned that KCl can be used as a partial substitute, contributing favorably to the reduction of sodium in meat derivatives.

Keywords: meat products, formulation, sensory characteristics, healthful.

Introducción

El consumo de alimentos se ha caracterizado generalmente por la ingesta de alimentos que provean los requerimientos nutricionales de las personas. Alimentos que se consumen a diario y están relacionados con una variedad de ingredientes en su formulación, siendo el KCl un ingrediente necesario para la dieta humana (Tatosaus, 2018).

En la industria cárnica, KCl se utiliza para realzar el sabor, mantener bajos los niveles microbianos por medio de la reducción de la actividad de agua y brindar textura al suavizar la fibra cárnica (Ayazo *et al.* 2020). Sin embargo, se menciona que, en estos productos, el sodio es relativamente alto debido al contenido de NaCl agregado durante el proceso de elaboración, el cual oscila entre el 2 – 6% en productos cocidos y crudos curados respectivamente, convirtiendo a estos productos en la principal fuente de este mineral en la dieta (Bonany, 2017).

Es importante enfatizar que la creciente preocupación por parte de los consumidores de adquirir alimentos saludables y nutritivos que proporcionen beneficios para la salud, ha conllevado a que, la industria cárnica sustituya parcial o total de ingredientes que provoquen consecuencias negativas en los seres humanos (Ojangba *et al.* 2022).

Cabe mencionar que la reducción de productos cárnicos bajos en sodio es una alternativa para minimizar la alta incidencia en el progreso de ciertas enfermedades como la hipertensión, diabetes, problemas renales, asociada a los altos niveles de sodio que estos productos aportan a la dieta (Segurondo *et al.* 2020).

La mejor alternativa para reducir el contenido de sodio en productos cárnicos es la inclusión de KCl, aunque este no confiere el sabor salado característico de la sal común NaCl (Pacheco *et al.* 2019). Por otro lado, incluir materia prima de origen vegetal en la elaboración de embutidos, mejora la composición nutricional, incrementando el contenido de proteína y fibra (Cañas *et al.* 2011).

Por esta razón, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la sustitución parcial de NaCl por KCl y su efecto en la elaboración de salchichas de pollo, donde se determinó características funcionales y organolépticas, además, se utilizó dos fuentes de fibra y diferentes días de almacenamiento.

Materiales y métodos

Materia prima

El pollo utilizado para la elaboración de salchichas, provino de la Granja Avícola “La Esperanza”, ubica en la parroquia La Esperanza, perteneciente al cantón Quevedo ubicado a 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud oeste, dentro de una zona subtropical en la provincia de Los Ríos, los ingredientes e insumos se obtuvo de la misma localidad. La elaboración de las salchichas, análisis proximales

y organolépticos se llevaron a cabo en los laboratorios de bromatología, química básica, biotecnología y rumiología de la finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Caracterización proximal de las salchichas de pollo

Determinación de pH

Se realizó de acuerdo a la norma “NTE INEN 783:1985-05. Carne y productos cárnicos. Muestreo”. Donde se licuó 10 g de salchicha con 90 ml de agua destilada, se agitó y se dejó en reposo por 15 min, posteriormente se tomó la lectura directa del potenciómetro.

Determinación de humedad

Se determinó según la norma “NTE INEN 1338:2012. Carne y productos cárnicos. productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos”. Para ello se pesaron 2 g de muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada para someter a secado en estufa (Memmert, 854 Schwabach) a 105 °C por 24 horas.

Determinación de grasa

Se efectuó conforme a lo establecido por la norma “NTE INEN 779:1985. Carne y productos cárnicos. Determinación de grasa libre”. Se colocó 1.50 g de muestra en un dedal con papel filtro, se tapó con algodón desengrasado y se registró su peso, así como el peso del matraz de extracción previamente seco. Se colocó el matraz en el sistema soxhlet, el dedal en el tubo y se adicionó hexano como solvente; la muestra se extrajo con el solvente de 2-3 horas de manera directa. Al finalizar la extracción el solvente fue recuperado por evaporación, hasta no detectar el olor del mismo. El matraz con la grasa se secó en la estufa a 103 °C por 10 min, se enfrió en el desecador y se registró su peso.

Determinación de proteína

Se obtuvo de acuerdo a la norma “NTE INEN 781:1985-05. Carne y productos cárnicos”. Para lo cual, se pesaron 50 mg de muestra en cápsulas tin foil y se analizó el contenido de proteína mediante combustión y detección de conductividad térmica con la ayuda del equipo Dumas Nitrogen Analyzer (VELP NDA 701). Previo al análisis de proteína el equipo fue calibrado con el patrón EDTA que contiene un 9.58% de nitrógeno. El experimento se ejecutó por triplicado y utilizando un factor de conversión de 6.25 para el cálculo del valor de proteína (%).

Caracterización sensorial de las salchichas de pollo

La aceptación del consumidor hacia las salchichas se evaluó basándose en las características de olor, sabor y textura, utilizando una escala hedónica de 4 puntos, con los siguientes descriptores: Me desagrada mucho = 1 y Me gusta mucho = 4. Las muestras fueron calentadas en agua a una temperatura

de 70°C, cortadas en trozos de 1.50 cm. Según el criterio de evaluación de los catadores no entrenados, se tomaron los resultados de las encuestas, para el análisis estadístico.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial A*B*C, donde: Factor A (Sustitución parcial de NaCl por KCl), Factor B: Fuentes de fibra (zanahoria y zapallo) y Factor C: Días de almacenamiento (10-20 días) con 3 repeticiones, obteniendo un total de 24 unidades experimentales (Tabla 1), para determinar diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se aplicó una prueba de rangos múltiples Tukey ($p < 0.05$), mediante los programas Statgraphics e InfoStat.

En relación al contenido de humedad, se observó diferencia significativa ($p < 0.05$), demostrando que al utilizar mayor concentración de cloruro de potasio en la elaboración de salchicha, se obtiene una mayor humedad 61.86% (a1) sucediendo lo contrario al adicionar menor cantidad de cloruro de potasio, la humedad disminuye 59.79% (a0). Los resultados obtenidos, son superior a lo estipulado en la norma NTE INEN 1338:1996, en la cual los valores de humedad para los derivados cárnicos no deben exceder el 60%. Granizo-Vásquez (2015) expresó que el contenido de humedad de los

producto cárnicos, es importante debido a que influye en la estabilidad y seguridad en su conservación, por otro lado, ligeros cambios en la humedad pueden llegar a modificar la textura y la aceptabilidad del producto.

Al sustituir el cloruro de sodio por cloruro de potasio, no incidió significativamente en el contenido de grasa, el cual se determinó valores que oscilaron entre 2.74% - 2.83%. Cruz-Romero *et al.* (2022) determinaron que, el contenido de grasa en embutidos elaborados con carne a alta presión osciló entre 9.12 y 9.81% y las diferencias en los niveles de grasa entre los tratamientos no fueron significativas. Esto es consistente con los resultados informados por O'Flynn *et al.* (2014), donde al cambiar los niveles de sal no afectó el contenido de grasa.

Como se observó en las muestras de salchichas, la mayor concentración de los niveles de cloruro de potasio (1.5%) aumentó el contenido de proteína, situando el mayor valor con 5.20 en a1, mientras que, el menor valor con 5.14 se obtuvo en a0. Según, Ojangba *et al.* (2022) la sustitución parcial de NaCl por KCl al 25% y al 50% sin aumentó el contenido de proteína de 1.16% a 5.80% en el día 0 en comparación con el control. Por otro lado, Crehan *et al.* (2020) mencionaron que una disminución en el agua añadida puede causar un aumento detectable en el porcentaje medido de grasa y proteína.

Tabla 1. Factores que intervienen en el proceso de elaboración de salchicha de pollo

Factores	Simbología	Niveles
A = Sustitución parcial de NaCl por KCl	a ₀	1,4% de NaCl y 1% KCl
	a ₁	1,75% de NaCl y 1,5% KCl
B = Fuentes de fibra	b ₀	Zanahoria
	b ₁	Zapallo
C: Días de almacenamiento	c ₀	10
	c ₁	20

Tabla 2. Tratamientos de la investigación para la elaboración de salchicha de pollo

Tratamientos	Descripción
T1	1,4% NaCl y 1% de KCl + zanahoria+ 10 días de almacenamiento
T2	1,4% NaCl y 1% de KCl + zanahoria + 20 días de almacenamiento
T3	1,4% NaCl y 1% de KCl + zapallo+ 10 días de almacenamiento
T4	1,4% NaCl y 1% de KCl + zapallo + 20 días de almacenamiento
T5	1,75% NaCl + 1,5% de KCl + zanahoria + 10 días de almacenamiento
T6	1,75% NaCl y 1,5% de KCl +zanahoria + 20 días de almacenamiento
T7	1,75% NaCl y 1,5% de KCl + zapallo + 10 días de almacenamiento
T8	1,75% NaCl y 1,5% de KCl + zapallo + 20 días de almacenamiento

Resultados y discusión

Caracterización proximal

En la **Tabla 3** se muestran los resultados respecto al efecto de la sustitución parcial de NaCl por KCl (1,4% de NaCl - 1% KCl y 1,75% de NaCl - 1,5% KCl) en las características proximales. Donde, se determinó que a sustituir parcialmente el NaCl por KCl influye significativamente ($p < 0.05$) en los valores de pH, obteniendo el resultado más alto en a1 con 6.00 mientras que el menor valor se sitió en a0 con 5.70. Sin embargo, estos valores se encuentran dentro de lo establecido por Espinoza-Ibarra & Hernández-López (2020), que obtuvieron un rango pH entre 5.68 y 6.47 en salchichas de pollo y cerdo respectivamente, además, evidenciaron que al adicionar cloruro de potasio se inhibe la proliferación de microorganismo y por tanto la acidificación es menor en comparación a solo utilizar cloruro de sodio.

Tabla 3. Diferencia de medias del Factor A (Sustitución parcial de NaCl por KCl).

Factor A	pH	Humedad	Grasa	Proteína
a0	5.70a	59.79a	2.74a	5.14a
a1	6.00b	61.86b	2.83a	5.20b

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos, prueba de Tukey ($p < 0.05$)

En la **Tabla 4** se presentan los resultados de la incidencia del tipo de fuente de fibra (Factor B) sobre las características proximales. En relación al pH, se determinó diferencia significativa ($p < 0.05$) y se observó que al incluir zapallo como fuente de fibra en la formulación se incrementa el valor de pH ($b_1 = 6.00$) a diferencia de la zanahoria que disminuye el pH ($b_0 = 5.69$). En la investigación de Sam *et al.* (2021), el pH de las salchichas tipo frankfurt enriquecidas con pasta de zanahoria osciló entre 5.63 y 5.77. Además, Bhosale *et al.* (2011), demostraron una disminución significativa de pH en nuggets de pollo con adición de puré de zanahoria y camote. Zargar *et al.* (2014a) mencionaron que, el aumento de pH con la incorporación de zapallo puede atribuirse al contenido de ácido ascórbico de la materia prima y a los residuos ácidos en las moléculas de almidón que se producen por la despolimerización de los gránulos durante el proceso de cocción.

En cuanto al contenido de humedad, el valor más alto se sitió en b_1 (61.51%) siendo significativamente diferente ($p < 0.05$) a b_0 que obtuvo el valor más bajo (60.14%). Los resultados obtenidos guardan relación con Zargar *et al.* (2017b) que establecieron un incremento de humedad de 63.20 a 66.56% con la adición de zanahoria picada. De manera similar, Stanley *et al.* (2017) y establecieron que la mayor concentración de zanahoria en embutidos de pollo incide en el aumento en el contenido de humedad. Por otro lado, Ebert

et al. (2022) al adicionar zapallo obtuvieron una humedad promedio de 59.90% salchichas híbridas curadas en seco.

Con respecto al porcentaje de grasa, se registró un aumento significativo ($p < 0.05$) en $b_1 = 2.87\%$ mientras que $b_0 = 2.70\%$ presentó una disminución en su contenido. Bejarano-Miranda. (2023) al utilizar distintas concentraciones de zanahoria y mashua, obtuvo un contenido de grasa que fluctuó entre 6.84% y 11.50%. Además, Zarate *et al.* (2021) mencionaron que al incluir fuentes de fibra se reduce el contenido de grasa, aunque se debe considerar que algunos casos se incrementa la cantidad de carbohidratos. Sin embargo, Gao *et al.* (2022) emplearon concentraciones del 10-20% de calabaza en la formulación de salchicha viena y obtuvieron resultados entre 3.03 a 5.07%.

Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de proteína, demostrando un aumento en el nivel de incorporación de zapallo ($b_1 = 5.25$) mientras que, una disminución al adicionar zanahoria ($b_0 = 5.09$). Estos valores son consistentes con lo presentado por Hleap-Zapata *et al.* (2020) quienes determinaron un contenido de proteína de 6.50% al adicionar harina de zanahoria. En cambio, en la investigación de Savadkoobi *et al.* (2014) mostraron que al agregar pasta de tomate en la elaboración de salchicha de res aumentó el contenido de proteína.

Tabla 4. Diferencia de medias del Factor B (Fuente de fibra).

Factor B	pH	Humedad	Grasa	Proteína
b0	5.69a	60.14a	2.70a	5.09a
b1	6.00b	61.51b	2.87b	5.25b

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos, prueba de Tukey ($p < 0.05$)

En la **Tabla 5** se indican los resultados de la prueba de significación Tukey ($p < 0.05$) para el Factor C. En cuanto a los días de almacenamiento, se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) para la variable pH, demostrando que a los 20 días (c_1) se obtuvo el mayor valor con 6.84 por el contrario a los 10 días (c_1) el pH fue menor con 5.87. Sin embargo, en algunas investigaciones, han determinado que el pH disminuye considerablemente en los primeros 7 días (6.13 a 4.74) (Lashgari *et al.* 2020). De acuerdo con Kurčić *et al.* (2014) el aumento del pH durante el almacenamiento está relacionado con la producción de aminas, péptidos y aminoácidos en las reacciones de proteólisis y a la disminución del ácido láctico.

El contenido de humedad aumentó significativamente ($p < 0.05$) durante el período de almacenamiento, determinando que a los 20 días (c_1), se alcanzó 61.16% de humedad mientras que, en el día 10 (c_0) la humedad fue inferior presentando 60.49%. Estos resultados son similares a lo reportado por Ebert *et al.* (2022), quienes obtuvieron una humedad de 62% (día 5) y 72% (día 15) en embutidos curados. Algunos estudios

demonstraron que el uso de extractos naturales aumenta el contenido de humedad de los embutidos Lorenzo *et al.* (2014). Así como también, la disminución de la humedad durante el período de almacenamiento puede estar influenciada por el tipo de empaque (Kurcubić *et al.* 2014).

En cuanto a porcentaje de grasa, existió diferencia significativa ($p < 0.05$) donde el contenido más alto se situó en c1 = 2.84% en comparación a c0 = 2.73% que presentó un valor inferior. Araújo *et al.* (2021) en su investigación, observaron que los tratamientos se mantuvieron estables hasta los 28 días de almacenamiento, con un incremento de 2.80 a 4.20% en salchichas de pollo producidas con sustitución de grasa por gel de colágeno extraído de patas de pollo. Por otro lado, al utilizar diferentes fuentes de grasa de origen vegetal, se obtiene un contenido de grasa entre 8.81 a 10.10% a los 20 días de almacenamiento (Domingo *et al.* 2023).

Los días de almacenamiento, no inciden en el contenido proteico, en el cual se obtuvo rangos entre 5.13% – 5.19%. Es necesario mencionar, que el contenido de proteína depende de los ingredientes utilizados en la formulación (Vespucio-Bis *et al.* 2019). Así como también, otro factor que puede provocar un incremento de proteína, es el proceso de cocción, debido a que incrementa el contenido de materia seca al producir lixiviación de agua y componentes solubles en agua.

Tabla 5. Diferencia de medias del Factor C (Días de almacenamiento)

Factor C	pH	Humedad	Grasa	Proteína
c0	5.87a	60.49a	2.73a	5.13a
c1	6.84b	61.16b	2.84b	5.19a

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos, prueba de Tukey ($p < 0.05$)

En la **Tabla 6** se describen los resultados de la interacción ABC (*Sustitución parcial de NaCl por KCl + Fuente de fibra + Días de almacenamiento*) de los análisis proximales de la salchicha de pollo. Donde se aplicó la prueba de rangos múltiples Tukey ($p < 0,05$) para establecer grupos homogéneos.

En cuanto a los resultados de pH, se determinó el mayor contenido en el T7 con 5.40 siendo significativamente diferente ($p < 0.05$) al T1 cuyo valor fue inferior con 6.10. Se hace referencia que las muestras estudiadas se encuentran dentro de lo estipulado por NTE INEN 1344:96, que establece un pH de 5.60 a 6.20 para embutidos. Por otro lado, Espinoza (2020) enfatiza que el KCl tiene un efecto positivo, debido a que es un agente antimicrobiano, el cual inhibe la proliferación de microorganismos. Además, Gonzales *et al.* (2019) mencionaron que el KCl disminuye la acidificación microbiana en los embutidos en comparación a solo utilizar NaCl. Los factores que pueden afectar el pH en un embutido son los valores propios de las materias primas, siendo la carne la que ejerce la mayor influencia (Bonany, 2017).

En relación al contenido de humedad (Tabla 3), al existir diferencia significativa ($p < 0.05$) se determinó el mayor valor en el T5 con 63.55% mientras que menor valor en el T4 con 58.33%. Sin embargo, se observó que los tratamientos (T2, T7 y T8) situaron valores fuera de lo establecido por la Norma Colombiana NTC 1663, la cual menciona que los derivados cárnicos no deben exceder el 60% en humedad. Por otra parte, Ramos *et al.* (2021) determinaron un contenido de 68% en salchichas con inclusión de zanahoria, debido a la cantidad de agua que proporciona esta hortaliza, misma que es difícil de retener.

En el contenido de grasa mostrados en la Tabla 3, se observó que el T4 presentó el porcentaje más alto (3.58%) que fue significativamente diferente ($p < 0.05$) al T4 que presentó el valor más bajo (1.50%). En esta investigación, los valores obtenidos son inferiores a lo establecido por la NTE INEN 1344:96, que menciona un valor máximo del 25%. El bajo contenido de grasa se debe a los ingredientes de la formulación, en el cual se agregó una considerable cantidad de fibra vegetal como la zanahoria y zapallo. De acuerdo con Torres *et al.* (2016) quienes hacen referencia que los días de almacenamiento no influyen significativamente en contenido de los parámetros físico – químicos.

En relación al porcentaje de proteína, se determinó diferencia significativa ($p < 0.05$) situando el valor superior en el T8 con 5.96% mientras que el menor contenido en el T7 con 3.90%. Los valores determinados en este estudio son inferiores a lo reportado por Castañeda *et al.* (2017), quienes en su estudio obtuvieron valores de 12 – 14% en salchichas comerciales. Además, se hace referencia que la carne es la principal fuente de proteína en los embutidos, aunque también se añaden otras fuentes de proteína animal y vegetal, para cumplir funciones específicas y reducir costos (Monterroso, 2018).

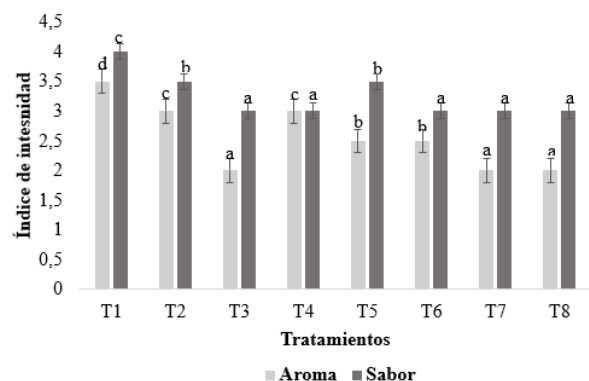
Caracterización sensorial

Se determinó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de los tratamientos en las categorías sensoriales aroma y sabor (**Figura 1**). Además, se determinó que el T1 presentó la mayor valoración para los parámetros antes mencionados, con una intensidad característica de 3.50 y 4.00 respectivamente. Se destaca que las muestras no presentaron sabores residuales, es decir no hubo efectos negativos sobre el sabor en la sustitución de NaCl por KCl. Sin embargo, Tofiño (2017) en su investigación detectó que la adición de KCl en embutidos confiere un ligero sabor a salado en comparación a la sal común, también, mencionó que intensifica el aroma característico en productos cárnicos. Por otro lado, estudios efectuados afirman que la sustitución parcial del 25% de cloruro de sodio por cloruro de potasio se perciben diferencias en el aroma, textura y jugosidad (Cruz-Romero *et al.* 2022).

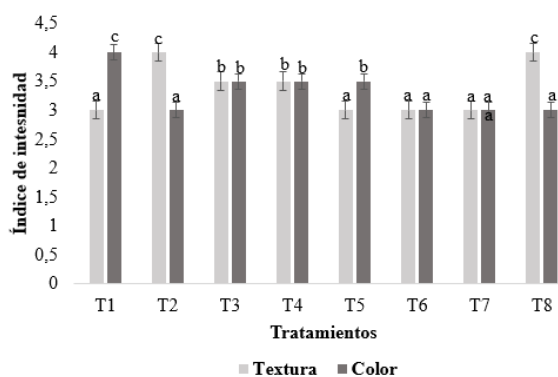
Tabla 6. Resultados de la caracterización proximal de la salchicha de pollo, obtenido de los distintos tratamientos (Sustitución parcial de NaCl y KCl+ Fuentes de fibra + Días de almacenamiento)

Tratamientos	pH	Humedad	Grasa	Proteína
T1	5.40 ± 0.010a	60.31 ± 0.01c	3.45 ± 0.06e	5.85 ± 0.05d
T2	5.50 ± 0.010b	61.25 ± 0.05e	2.16 ± 0.04d	4.46 ± 0.04b
T3	6.01 ± 0.032e	59.22 ± 0.06b	2.13 ± 0.01c	4.53 ± 0.03c
T4	5.90 ± 0.006c	58.33 ± 0.04a	3.58 ± 0.01f	5.98 ± 0.01e
T5	5.95 ± 0.006d	63.55 ± 0.09g	3.85 ± 0.05h	6.25 ± 0.02f
T6	5.93 ± 0.006d	60.96 ± 0.01d	2.04 ± 0.03b	4.44 ± 0.02b
T7	6.10 ± 0.015f	61.55 ± 0.02h	1.50 ± 0.06a	3.90 ± 0.05a
T8	6.03 ± 0.006e	61.42 ± 0.01f	3.56 ± 0.01f	5.96 ± 0.04e

Las diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos, prueba de Tukey ($p < 0.05$). Medias ± desviación estándar.

**Figura 1. Resultados de las categorías sensoriales aroma y sabor de las salchichas de pollo**

En las categorías sensoriales de textura y color (**Figura 2**) se demostró diferencia significativa ($p < 0.05$) para ambas variables, determinado que los tratamientos estudiados presentaron una textura semiblanda y una coloración característica de la muestra con valoraciones entre 3 y 4. De esta forma, se concuerda con Choi & Chin (2020) quienes señalaron que la textura está relacionada con los niveles de sal y fosfatos, reportando que, a mayor concentración de estos aditivos, se aumenta la elasticidad y textura de las muestras. Otro factor que influye en la textura, es la fibra soluble, debido a su capacidad de retención de agua (Pinzon *et al.* 2015). Por otro lado, respecto al color, se menciona que en grandes cantidades de KCl puede difuminar el color del producto, o en su defecto resaltarlo (Cruz-Romero *et al.* 2022).

**Figura 2. Resultado de las categorías sensoriales textura y color de las salchichas de pollo**

En relación a la aceptabilidad de los tratamientos (**Figura 3**), el T1 presentó la mayor intensidad siendo estadísticamente diferente ($p < 0.05$) de los demás tratamientos, que situaron intensidades entre 2.00 – 3.00. De esta forma, se enfatiza que la inclusión de KCl no altera las características sensoriales, teniendo un buen nivel de aceptabilidad. Arriaza (2018) hace referencia que, es factible desarrollar una salchicha donde se sustituya parcialmente la carne de pollo por pasta de zanahoria, ya que en su investigación fue aceptada por la población sujeta al estudio, con esto se incrementaría la inclusión de hortalizas en los derivados cárnicos. Además, Flores *et al.* (2022) en su investigación estipularon que las características sensoriales juegan un papel importante en el consumo de embutidos, siendo el color y sabor los más óptimos en la aceptabilidad de un producto.

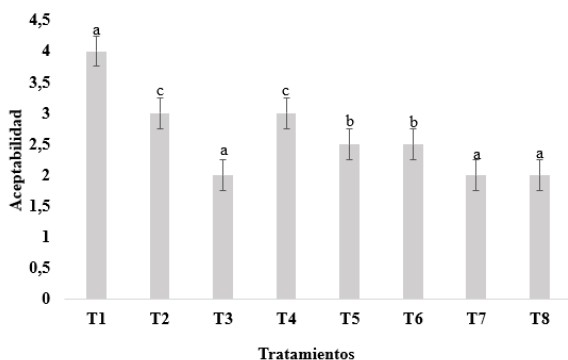


Figura 3. Nivel de aceptabilidad de las salchichas de pollo

Conclusiones

En la elaboración de salchicha de pollo, al utilizar la sustitución parcial del 1,75% de NaCl y 1,5% KCl (a1) y al emplear como fuente de fibra el zapallo (b1) indicó significativamente en el aumento de los niveles de las características proximales (pH, humedad, grasa y proteína) evaluadas, así como también el período de almacenamiento por 20 días (c1) influyó en estos parámetros. En relación a la caracterización organoléptica, el T1= 1% de KCl y 1,4% NaCl + zanahoria+ 10 días de almacenamiento, presentó mejor valoración en las categorías: aroma, sabor, color y nivel de aceptabilidad. Por otro lado, todos los tratamientos presentaron una textura semiblanda, similar a las salchichas comerciales. De esta forma se concluye que la inclusión de KCl permite obtener productos de calidad, sin alterar los atributos sensoriales.

Referencias bibliográficas

Araújo, I., Lima, D., Pereira, S. F., Paseto, R. P., & Madruga, M. S. (2021). Effect of storage time on the quality of chicken sausages produced with fat replacement by collagen gel extracted from chicken feet. *Poult Sci.*, 1262–1272. doi:https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.029

Arriaza, A. (2018). Reformulación de salchichas tipo Frankfurt. Influencia en sus propiedades físico-químicas, organolépticas y aceptabilidad. *Proeditio*. doi: 10.19230/jonnpr.2878

Ayazo Rodríguez, M., Pérez Ricardo, E., Rivero Pineda, L., & Rivero Pineda, N. (2020). Evaluación del efecto de la sustitución del cloruro de sodio por cloruro de potasio, ajo y orégano sobre las características organolépticas y funcionales de un embutido de pollo. *Centro de Investigación para el desarrollo y la innovación*.

Bejarano-Miranda, M. E. (2023). Efecto del uso de harina de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) en la producción de salchichas tipo Frankfurt. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37894/1/CAL%20025.pdf

Bhosale, S., Biswas, A. K., Sahoo, J., Chatli, M. K., Sharma, D. K., & Sikka, S. S. (2011). Quality Evaluation of Functional Chicken Nuggets Incorporated with Ground Carrot and Mashed Sweet Potato. *Food Sci. Technol. Int*, 17, 233–239. doi:10.1177/1082013210382339

Bonany, N. (2017). Sustitución de cloruro sódico por cloruro potásico en emulsiones cárnicas. Universitat autònoma de Barcelona.

Cañas, Z., Restrepo, D., & Cortéz, M. (2011). Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 64(1), 6024-6035. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922364025

Castañeda, G., Ramos, M., Bernable, A., & Aguirre, R. (2017). Determinación de los parámetros para la reducción de los contenidos de sodio y grasa en la elaboración de salchicha saludable. *Agrocampus*. doi://doi.org/10.24265/campus.2017.v22n23.04

Choi, S., & Chin, C. (2020). Evaluation of physicochemical and textural properties of chicken breast sausages containing various combinations of salt and sodium tripolyphosphate. *Journal of Animal Science and Technology*. doi:https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.4.577

Crehan, C., Troy, D., & Buckley, D. (2020). Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Sci*, 123–130. doi:10.1016/S0309-1740(88)00134-5

Cruz-Romero, M. C., O'Flynn, C. C., Troy, D., Mullen, A. M., & Kerry, J. P. (2022). The Use of Potassium Chloride and Tapioca Starch to Enhance the Flavour and Texture of Phosphate- and Sodium-Reduced Low Fat Breakfast Sausages Manufactured Using High Pressure-Treated Meat. *Foods*, 11(1), 17. doi:https://doi.org/10.3390/foods11010017

Cruz-Romero, M. C., O'Flynn, C. C., Troy, D., Mullen, A. M., & Kerry, J. P. (2022). The Use of Potassium Chloride and Tapioca Starch to Enhance the Flavour and Texture of Phosphate- and Sodium-Reduced Low Fat Breakfast Sausages Manufactured Using High Pressure-Treated Meat. *Foods*, 11(1), 17. doi:https://doi.org/10.3390/foods11010017

Domingo, C. J., Sartagoda, K. J., Catandijan, N. J., & Yasin, N. (2023). Impact of vegetable fat on the sensory and physicochemical quality characteristics of chevon sausage. *Applied Food Research*. doi:https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100265

Ebert, S., Jungblut, F., Herrmann, K., Maier, B., Terjung, N., Gibis, M., & Weiss, J. (2022). Influence of wet extrudates from pumpkin seed proteins on drying, texture, and appearance of dry-cured hybrid sausages. *European Food Research and Technology*, 248, 1469–1484. doi:https://doi.org/10.1007/s00217-022-03974-4

Espinoza-Ibarra, E. A., & Hernández-López, Y. L. (2020). Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos de lactato de potasio en las características sensoriales y

- microbiológicas de tres productos cárnicos. Honduras: Universidad Zamorano.
- Flores, M., Yanza, F., & Hidalgo, L. (2022). Evaluación microbiológica y sensorial de un embutido sin nitritos con fibra y conservantes naturales. *Revista Ciencia*, 15(40), 16 - 25. doi://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss40.2022pp16-25p
- Gao, D., Helikh, A., Duan, Z., Liu, Y., & Shang, F. (2022). Study on application of pumpkin seed protein isolate in sausage production process. *chnology Audit and Production Reserves*, 2(63), 31-35. doi:http://doi.org/10.15587/1706-5448.2022.255785
- Gonzales, R., Totasaus, A., Caro, I., & Mendoza, J. (2019). Caracterización de Propiedades Químicas y Físicoquímicas de chorizos. *Información Tecnología*, 24(2), 3-14. doi:10.4067/S0718-07642013000200002
- Granizo-Vásquez, M. D. (2015). *Estudio del efecto de la sustitución total de Cloruro de Sodio por Cloruro de Potasio y Glutamato Monosódico en un embutido crudo*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4156/1/120358.pdf
- Hleap-Zapata, J. I., Cruz-Rosero, J. D., Durán-Rojas, L. T., Hernández-Trujillo, D., Reina-Aguirre, L. D., & Tilano-Pemberthy, N. (2020). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo. *Evaluation of pumpkin flour (Cucurbita moschata Duch.) added as a meat extender in Frankfurt-type sausages*, 52(2), 395-404. http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v52n2/v52n2a32.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (781:1985-05). *Carne y productos cárnicos*. Quito: INEN
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (783:1985-0). *Carne y productos cárnicos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito: INEN
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1344:96). *Carnes y productos cárnicos. Chorizo. Requisitos*. Quito: INEN
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1344:96). *Carnes y productos cárnicos. Chorizo. Requisitos*. Quito: INEN
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1338:1996). *Carne y productos cárnicos. Salchichas. Requisitos*. Quito: INEN
- Kurčubić, V. S., Mašković, P. Z., Vranić, D. V., Vesković-Moračanin, S. M., Okanović, Đ. G., & Lilić, S. V. (2014). Antioxidant and antimicrobial activity of Kitaibelia vitifolia extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. *Meat Science*, 459–467. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.012
- Lashgari, S. S., Noorollahi, Z., Sahari, M. A., & Gavlighi, H. A. (2020). Improvement of oxidative stability and textural properties of fermented sausage via addition of pistachio hull extract. *Food Sci Nutr*, 8(6), 2920–2928. doi:https://doi.org/10.1002%2Ffsn3.1594
- Lorenzo, J., Sineiro, J., Amado, I., & Franco, D. (2014). Influencia de extractos naturales en la vida útil de hamburguesas de cerdo envasadas en atmósfera modificada. *Ciencia de la carne*, 96(1), 526 – 534. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.007
- Mohammadzadeh, M., Berizi, E., & Shekarforoush, S. S. (2021). Influence of limited replacement of NaCl with KCl and yeast extract on microbiological, chemical, sensory, and textural properties of emulsion-type chicken sausages. *Food Science & Nutrition*. doi:https://doi.org/10.1002/fsn3.2216
- Monterroso, J. (2018). *Desarrollo de una salchicha con adición de zanahoria en sustitución de carne de pollo*. Mazatenango: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- O'Flynn, C., Cruz-Romero, M., Troy, D., Mullen, A., & Kerry, J. (2014). The application of high-pressure treatment in the reduction of phosphate levels in breakfast sausages. 96, 633–639. doi:10.1016/j.meatsci.2013.08.028
- Ojangba, T., Boamah, S., Zhang, L., & Wang, Z. (2022). Efectos de la sustitución parcial de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl), junto con el procesamiento a alta presión, en las propiedades sensoriales y químicas de la salchicha de res medido en su almacenamiento en frío a 4°C. *CyTA: Journal of food*, 20(1), 412-420. doi:https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2138979
- Pacheco, W., Arias, C., & Restrepo, D. (2019). Efecto de la reducción de cloruro de sodio sobre las características de calidad de una salchicha tipo seleccionada. *Rev.Fac.Nal. Agr.Medellin*, 60(2), 6779-6787.
- Physicochemical, Oxidative Stability and Sensory Properties of Frankfurter-Type Sausage as Influenced by the Addition of Carrot (Daucus carota) Paste. (2021). *Foods*, 10(12). doi:10.3390/foods10123032
- Pinzon, L., Zapata, J., & Ordoñez, L. (2015). Análisis de los Parámetros de Color en Salchichas Frankfurt Adicionadas con Extracto Oleoso de Residuos de Chontaduro (Bactris Gasipaes). *Información Tecnológica*, 26(5), 45-54. doi:10.4067/S0718-07642015000500007
- Ramos, M., Santolalla, S., Tarrillo, C., Tuesta, T., Jordan, O., & Silva, R. (2021). Características físicoquímicas, textura, color y atributos sensoriales de salchichas comerciales de pollo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). doi:https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1863
- Sam, F. E., Teng-Zhen, M., Atuna, R. A., Salifu, R., Bilal-Ahmad, N., Amagloh, F. K., & Shun-Yu, H. (2021). Physicochemical, Oxidative Stability and Sensory Properties of Frankfurter-Type Sausage as Influenced by the Addition of Carrot (Daucus carota) Paste. *Foods*, 11(12), 3032. doi:https://doi.org/10.3390%2Ffoods10123032
- Savadkoochi, S., Hoogenkamp, K., Shamsi, K., & Farahnaky, A. (2014). Atributos de color, sensoriales y texturales de frankfurt de res, jamón de res y salchicha sin carne con orujo de tomate. *Ciencia de la carne*, 410-418. doi:10.1016/j.meatsci.2014.03.017

- Segurondo, R., Lina, O., & Céspedes, L. (2020). Vigilancia de nitritos y nitratos presentes en salchichas expuestas en los mercados: Rodríguez y Villa Fátima de la ciudad de La Paz. *Revista con Ciencia*, 1(8), 21-28.
- Stanley, R. E., Bower, C. G., & Sullivan, G. A. (2017). Influence of sodium chloride reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and physico-chemical characteristics of pork sausage patties. *Meat Science*, 36-42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.021>
- Tatosaus, A. (2018). Implicaciones de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados. *Ciencia y Tecnología de la Carne*, 1(2), 75-86. Obtenido de http://www.geocities.com/nacameh_carnes/index.html
- Tofiño, A. (2017). Conservación microbiológica de embutido carnico artesanal con aceites esenciales *Eugenia caryophyllata* y *Thymus vulgaris*. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*(2). doi:[dx.doi.org/10.18684/bsaa\(v15\)](https://doi.org/10.18684/bsaa(v15))
- Torres, J., Gonzalez, K., Acevedo, D., & Jaimes, J. (2016). Efecto de la utilización de harina de *Lens culinaris* como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *Tecnología y cultura. Afirmando el conocimiento*, 20(49), 15-28. doi:<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a01>
- Vespúcio-Bis, C., Bonadio, B., Lorenzo, J. M., & Da Silva-Barretto, A. C. (2019). Low-fat Brazilian cooked sausage-Paio – with added oat fiber and inulin as a fat substitute: effect on the technological properties and sensory acceptance. *Food Sci. Technol*, 39.
- Zarate, D., Malleli, L., Méndez, G., Rivera-De Alba, J. A., & Flores, E. G. (2021). Efecto del nopal (*Opuntia* spp) deshidratado en polvo en las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas Viena. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 23(2), 89-95. doi:<https://doi.org/10.18633/biotecnologia.v23i2.1377>
- Zargar, F., Kumar, S., Bhat, Z. F., & Kumar, P. (2014a). Effect of pumpkin on the quality characteristics and storage quality of aerobically packaged chicken sausages. *SpringerPlus*, 3(39), . doi:<https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-39>
- Zargar, F., Kumar, S., Bhat, Z., & Kumar, P. (2017b). Effect of incorporation of carrot on the quality characteristics of chicken sausages. *Indian Journal of Poultry Science*, 52(1), 91-95. doi: 10.5958/0974-8180.2017.00019.8

