

ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT FORTIFICADAS CON HIERRO Y ADICIÓN DE HARINA DE QUINOA COMO FUENTE DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES

ELABORATION OF FRANKFURT-TYPE SAUSAGES PROCESSED AND FORTIFIED WITH IRON AND ADDITION OF QUINOA FLOUR AS A SOURCE OF ESSENTIAL AMINO ACIDS.

Javier Francisco Rey Rodriguez¹
Laura Paola Agudelo Quintero²
Olga Yineth Aparicio Aponte³
Manuel Felipe Lora Suarez⁴
Johnny Alexander Leiva García⁵

Recibido: 02-04- 2018
Aceptado: 15-11-2018

Resumen

La desnutrición es un problema que afecta a una cantidad significativa de habitantes de la región latinoamericana, siendo más representativa en la deficiencia en el consumo de micronutrientes, esta investigación desarrolló un total de tres formulaciones con hierro y adición de harina de quinoa como fuente de aminoácidos esenciales, con el fin de brindar una posible solución a un problema social. Se realizaron salchichas tipo Frankfurt, las cuales variaron en la concentración de hemoglobina (0, 185 y 250 ppm), además, se adicionó harina de quinoa como extensor al 2 y 2% de almidón. Para comprobar la fortificación se realizaron pruebas de hierro (AOAC 985.35). Así mismo, se realizaron pruebas de colorimetría y textura (por medio de célula Warner Blatzer), para comprobar diferencias entre las formulaciones. Se realizó el análisis de proteína de forma teórica y se midió la aceptación por medio de un análisis sensorial de panel no entrenado usando escala hedónica; después, se analizaron los resultados con la prueba estadística Kruskal Wallis.

Se obtuvo un contenido de hierro inicial de 0,025, para la muestra con concentración de hemoglobina de 185 ppm con 37, 34 y en la mues-

- 1 Colombiano. Ingeniero de Alimentos de la Universidad de la Salle, Master en innovación y biotecnología (UNINI). Especialista en Ingeniería de procesos en alimentos y biomateriales (UNAD). Docente-investigador de la Universidad de la Salle. Investigador asociado Colciencias. e-mail: jrey@unisalle.edu.co
- 2 Colombiana. Estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería de alimentos de la Universidad de la Salle. e-mail: lagudelo00@unisalle.edu.co
- 3 Colombiana. Estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería de alimentos de la Universidad de la Salle. e-mail: oaparcio15@unisalle.edu.co
- 4 Colombiano. Estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería de alimentos de la Universidad de la Salle. e-mail: mlora28@unisalle.edu.co
- 5 Colombiano. Estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería de alimentos de la Universidad de la Salle. e-mail: jleiva11@unisalle.edu.co



tra de 250 ppm se encontró una concentración de 72 . Según el análisis teórico de proteína, se dedujo que la harina de quinoa aportaría un 0,33% de proteína vegetal, la adición de hemoglobina no generó diferencias significativas en la textura de la salchicha, y en el análisis de colorimetría Cielab solo se presentaron diferencias entre los resultados de los parámetros a^* y b^* . Por medio del perfil Flash Profile se obtuvo mayor aceptación para la muestra 2 correspondiente a la salchicha de 185 ppm de hierro, logrando la fortificación del producto.

Palabras clave: Colorimetría, fortificación, hemoglobina, proteína, quinoa, textura.

Abstract

Malnutrition is a problem affecting a significant number of inhabitants from Latin America, being more representative in the deficiency in micronutrient consumption. Three formulas made from quinoa as a source of essential amino acids were developed through this research, in order to provide a possible solution to a social problem. Frankfurt-type sausages were made, presenting variations in the hemoglobin concentration (0, 185 and 250 ppm), in addition, quinoa flour was added as a 2% extender and 2% starch. To measure fortification, iron tests were carried out (AOAC 985.35). Colorimetry and texture tests were also conducted (by means of the Warner Blatzer cell), in order to determine differences between the formulas. The analysis of the protein was carried out theoretically and acceptance was measured through sensory evaluation by not trained panel using hedonic scaling; Afterwards, the results will be analyzed with the Kruskal Wallis statistical test.

An initial iron content of 0.025 mg / kg was obtained for the sample with a hemoglobin concentration of 185 ppm with 37.34 mg / kg and a concentration of 72 mg / kg was found in the 250 ppm sample. According to the theoretical

analysis of the protein, it was deduced that quinoa flour would provide 0.33% vegetable protein, the concentration of hemoglobin did not generate differences in the texture of the sausage, and in the CIELAB colorimetry analysis only showed differences between the results of the parameters a^* and b^* . By means of the Flash profile, the highest acceptance was obtained for sample 2, respectively, to the sausage of 185 ppm of iron, achieving the fortification of the product.

Keywords : Colorimetry, fortification, hemoglobin, protein, quinoa, texture.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (2016):

“La anemia afecta en todo el mundo a 1620 millones de personas, lo que corresponde al 24,8% de la población. La máxima prevalencia se da en los niños en edad preescolar (45,7% a 49,1%), y la mínima en los varones (8,6% a 16,9%). No obstante, el grupo de población que cuenta con el máximo número de personas afectadas es el de las mujeres no embarazadas (446,2 a 490,6 millones).

La anemia es uno de los problemas más acentuados en la comunidad colombiana debido a diferentes situaciones ya sean nutricionales o de régimen social.

La prevalencia de la anemia en menores de cinco años es de 27,5%; se encuentra una alta concentración entre los 6 y 11 meses de edad, con un 59,7%; seguida por los niños entre 12 y 23 meses, con el 29,0%” (Ministerio de Salud, 2010).

El Ministerio de Salud y Protección Social ha implementado micronutrientes en polvo y la promoción de la lactancia materna para evitar deficiencias nutricionales, sin embargo, es im-

portante crear nuevas alternativas que permitan resolver en cierta medida este problema, siendo agradables, accesibles y asequibles para el consumidor.

Dentro de las causas más habituales de la anemia es la falta de hierro, la médula ósea lo necesita para la producción de hemoglobina, debido a la disminución del aporte de hierro por dietas pobres o desequilibradas, aumento de las necesidades de consumo de hierro por el crecimiento corporal o la disminución de la absorción del hierro en el aparato digestivo (Rodes, Piqué & Trilla, 2007).

“La deficiencia de hierro genera diversos factores: Primero, deterioro en la maduración del cerebro, afecta los niveles de concentración y el coeficiente intelectual, retrasa el desarrollo psicomotor en los niños, aumenta el riesgo de retardo mental” (Ministerio de Salud y Protección Social [CO], 2015).

Segundo, muerte prevalente en mujeres embarazadas, cerca del 18% de la mortalidad materna se presenta en países de ingreso medio como Colombia en donde aproximadamente el 0.2% de las muertes en mujeres embarazadas son atribuibles a la deficiencia de hierro.

Aproximadamente un 50% de los casos de anemia en el mundo se deben a niveles bajos en hierro afectados por condiciones locales, variaciones poblacionales y/o individuales. Se cree que aproximadamente 1.3 billones de personas presentan estas deficiencias, de los cuales 210 millones son niños en edad escolar (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2010).

En la anemia por deficiencia de hierro hay tres factores a tener en cuenta. Primero, es cuando la síntesis de la hemoglobina es baja, una consecuencia bajo aporte de hierro, segundo, un déficit en la proliferación celular, y tercero una

reducción de la sobrevivencia del eritrocito, esto en aquellos casos de anemia intensa. Esta enfermedad afecta los sistemas neuromuscular, nervioso central y tejido epitelial (Berry, 2011 y Ruiz, 2009), por ello “se recomienda el uso de algún suplemento que contenga este micronutriente”. (Castrillo y Vallina, 2005).

En la formulación de las salchichas tipo Frankfurt se agregó la quinoa, esta actúa como extensor y permite adicionar proteína de origen vegetal al producto.

La quinoa posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dadas por los aminoácidos esenciales que constituye como isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Esta posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio, entre otros (Montañez y Pérez, 2007).

“Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales” (Gil, 2010).

Dado eso el objetivo de esta investigación fue elaborar salchichas fortificadas con hierro y adición de harina de quinoa como fuente de proteína vegetal, con el fin brindar una posible solución a un problema social.

Metodología

En la figura 1 se presenta la metodología utilizada para la elaboración de las salchichas tipo Frankfurt en el caso de las que son fortificadas, cuando se realice la salchicha 0ppm de hierro, no se da la aplicación de hemoglobina.

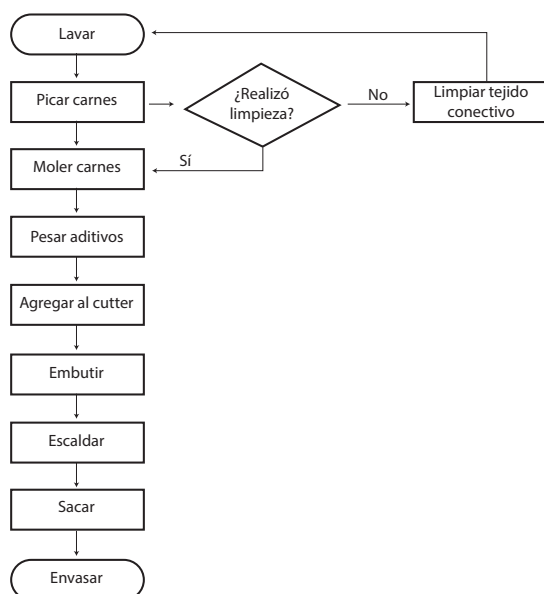


Figura 1. Elaboración de salchichas con hemoglobina.
Fuente: Los autores

Desarrollo del trabajo

Como puede verse en la figura 1, inicialmente se realizó un proceso de lavado y selección, enseguida, se generó una disminución de partícula de la materia prima mediante un molino, la formación de la emulsión se realiza mediante un cutter manteniendo el proceso en temperaturas bajas adicionando el agua como hielo, de esta manera se evita afectar la materia prima por los elementos mecánicos generados en el equipo.

Se realizó el proceso de embutido empleando una embutidora manual, en tripas de celofán, se hizo un proceso de escaldado y secado, hasta llegar a una temperatura interna de 72° C para reducir la carga bacteriana, posteriormente, se llevó a cabo un choque térmico para asegurar que se haya generado una muerte microbiana en las salchichas. Finalmente, se envasa el producto en condiciones de vacío.

Al producto obtenido se le realizaron las siguientes pruebas analíticas:

Análisis de proteína

Se realizó el análisis de proteína de forma teórica, teniendo en cuenta la cantidad total aportada por los ingredientes empleados, ya sean de origen animal o de origen vegetal.

Análisis de contenido de hierro

Se determina las cantidades a adicionar de hemoglobina basado en lo reportado por Carrasco, Duque y Rey (2009), en donde se especifica qué cantidades inferiores a 100ppm de hemoglobina generan mayor aceptabilidad en productos derivados cárnicos; por lo tanto, se estableció que se adicionaría 0ppm, 75ppm y 100ppm de hemoglobina.

La cuantificación del contenido de hierro en las muestras fue determinada por un laboratorio certificado (Enzipan), empleando el método AOAC 985.35 el cual se realiza mediante espectrofotometría de absorción atómica para determinar minerales (Official Methods of Analysis of AOAC International, 2005).

Análisis de textura

Se mide la dureza, empleando un texturómetro marca Lloyd, con software Nexygee y empleando la célula Warner Blatzer, el cual mide la fuerza necesaria para deformar un producto a una distancia, siendo esta la necesaria para comprimirlo entre los molares, para cortarlo con los incisivos, o para comprimirlo entre la lengua y el paladar (Castro, 2007).

Análisis de color

Se realizó empleando un colorímetro Konica Minolta CR-410, en la escala Cielab, midiendo los parámetros de L, a* y b*.

Análisis sensorial

Se basó en la prueba de nivel de agrado con escala hedónica de 7 puntos, en donde 7 hace

referencia a “me gusta mucho” y 1 a “me disgusta mucho”, utilizando la medida de la reacción humana como elemento indirecto para evaluar el producto. En esta se le pide al consumidor que mida el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal-numérica (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2010), analizando los resultados por medio de la prueba estadística de Kruskal Wallis y un flash profile.

Análisis estadístico

Se realizó empleando el software estadístico minitab® 1 por medio de Anova, teniendo en cuenta un factor (textura o parámetro de color según corresponda) y tres niveles (repeticiones); con un nivel de significancia del 5%. Estableciendo una hipótesis nula: La media de todas las muestras son iguales y una hipótesis alterna: al menos una de las muestras es diferente.

Formulación

Para la elaboración de las salchichas tipo Frankfurt se cuenta con un 73% de contenido de carne (Carne de res y de cerdo), 2% de harina de quinoa y 2% de almidón de papa como extendedores, para la fortificación en hierro se tienen en cuenta 0, 125 y 250 ppm; teniendo en cuenta una base de cálculos de 2,5 kg y unidades de 100g. Todo el contenido bromatológico y de aditivos cumple con lo establecido en la NTC 1325.

Según las relaciones teóricas que menciona Hoyos (s. f.) las salchichas tipo Frankfurt presentan buena mordida cárnica (relación= 4,1), estabilidad en la emulsión (Relación= 1,2), una buena vida útil (Relación= 4,4), además al ser positivo el índice de balance de humedad (índice= 3,6) indica que es capaz de retener agua.

Resultados

Análisis de hierro

El análisis de hierro elaborado en las salchichas tipo Frankfurt se presenta en la tabla 1, donde se relacionan los valores de concentración de hierro y la metodología empleada en el laboratorio

Tabla 1. Cantidad de hierro aportado por cada muestra.

Muestra	Concentración aplicada (ppm/kg)	Hierro en muestras (mg/kg)	Fortificación (ppm/kg)
1	0	<0,25	0
2	75	37,34	185
3	100	72,0	250

Fuente: Enzipan Laboratorios S. A., 2016

Como se observa en la tabla 1, se realiza una adición de hemoglobina de 0ppm/kg, 75ppm/kg y 100ppm/kg, para generar en el producto final una concentración de hierro de 0ppm/kg, 185ppm/kg y 250ppm/kg para las muestras 1, 2 y 3 respectivamente.

Colorimetría

A continuación, en las tablas 2, 3 y 4, se presentan los resultados de colorimetría obtenidos en los tres tipos de salchicha elaborada junto con la media de los datos ($\bar{X}$), donde se evalúan 3 parámetros fundamentales en la escala Cielab para la determinación del color, L que representa la luminosidad del producto, a* las coordenadas rojo/verde y b* las coordenadas amarillo/azul.



Tabla 2. Colorimetría muestra 1

Concentración: 0 ppm			
Dato	L	a*	b*
1	59,86	14,19	10,42
2	59,31	14,68	11,37
3	60,27	14,42	10,55
	59,81	14,43	10,78

Fuente: Los autores

Tabla 3. Colorimetría muestra 2

Concentración:185 ppm			
Dato	L	a*	b*
1	61,41	13,31	9,02
2	61,34	12,98	8,77
3	61,06	13,95	8,88
	61,27	13,41	8,89

Fuente: Los autores

Tabla 4. Colorimetría muestra 3

Concentración:250 ppm			
Dato	L	a*	b*
1	59,08	12,92	10,07
2	61,01	13,72	10,36
3	59,79	13,37	10,11
	59,96	13,34	10,18

Fuente: Los autores

Textura

En la prueba de compresión fue necesaria una fuerza de 24,81N para la salchicha con concentración de 0ppm (muestra 1), 26,43N para la de 185 ppm (muestra 2) y 27,35N para la salchicha de 250 ppm (muestra 3), como fuerzas necesarias para lograr la mordida del producto.

Discusión

Análisis de hierro

En la Tabla 1 se muestra el contenido total de hemoglobina adicionada, hierro en la muestra (posterior a la adición de hemoglobina), y concentración aplicada a cada una de las muestras realizadas en planta. La muestra 1 presenta un porcentaje de hierro igual a $2,5 \times 10^{-5} \%$, la muestra 2 presenta $3,734 \times 10^{-3} \%$ y la muestra 3 contiene $7,2 \times 10^{-3} \%$.

A partir de los resultados obtenidos en la tabla 1 se evidencia las concentraciones agregadas de hemoglobina, aumentaron la cantidad de hierro en 149,36 y 288 veces más a partir del contenido inicial para la muestra 2 y 3, respectivamente. Cada porción (100g de muestra) contiene 0.025mg, 3.734 mg y 7.2 mg de hierro para la muestra 1, 2 y 3, respectivamente.

De acuerdo con la Resolución 333 (2011) se puede declarar un alimento como enriquecido, fortificado o adicionado si se le ha adicionado por lo menos un 10% y no más del 100% del valor de referencia para los minerales. Se establece que el producto elaborado de 0, 185 y 250ppm contiene apropiadamente 2%, 31% y 60% respectivamente del valor diario recomendado (%VD = 12%) y cumple con la normativa exigida en la resolución. Los valores de hierro en las muestras 1 y 2 son mayores al 20% Por lo que se declara como buena fuente de hierro.

Colorimetría

En este caso se realizó el análisis comparativo entre las muestras teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la escala Cielab. Por medio de una Anova que cumple los mismos requerimientos mencionados en el análisis de textura.

En este caso no se encontraron diferencias significativas en los parámetros a^* y b^* , en el caso del parámetro L no se encontraron diferencias significativas.

Carrasco et al. (2009) comparan tres tipos de salchichón con concentraciones de hemoglobina de 100, 200 y 300 ppm y se evidencian diferencias significativas entre el color de las muestras debido a su alto contenido de hemoglobina lo cual concuerda con los resultados aquí presentes debido a que parámetros como a^* y b^* muestran diferencias significativas.

Textura

A partir de los resultados obtenidos se pudo observar que se presentó una leve diferencia en la dureza del producto a medida que aumentó la cantidad de hemoglobina en la salchicha, también aumento la fuerza necesaria para realizar la mordida. Los resultados concuerdan con los expuestos por Carrasco, et al. (2009) donde las durezas entre los tratamientos con hemoglobina fueron similares; sin embargo, existió una relación en cuanto a la adición de hemoglobina y la dureza del producto; pues, a medida que aumenta la adición de hemoglobina, el producto tendió a poseer más dureza.

Finalmente se encontró que no existieron diferencias significativas entre las muestras con un valor P de 15,1%.

Proteína

Para estudiar el valor de proteína de la salchicha tipo Frankfurt se procedió a realizar el cálculo de la proteína total que tiene teóricamente la salchicha, la cual corresponde a la suma del aporte de proteína animal, carne de res y cerdo, más el aporte de proteína vegetal, harina de quinoa y grasa dorsal de cerdo.

El cálculo se realizó teniendo en cuenta el porcentaje de proteína que aporta cada uno de los componentes de la formulación mencionados.

De los componentes que aportan proteína, se utilizaron, según la base de cálculo, 40% de carne de res, 33% de carne de cerdo, 8% de grasa dorsal y 2 % de quinoa.

En la tabla 5, se reporta el cálculo de proteína cárnica aportado por res, cerdo y la grasa dorsal, obteniendo un porcentaje de proteína de origen animal de 13.05%. Para el cálculo de la proteína vegetal se tiene en cuenta el aporte de la quinoa, la cual, según FAO (2013), tiene un 16,5% de proteína.

Teniendo en cuenta esta información se tiene:

Proteína aportada de la quinua es:

$$gPRS = Xq * BC * Xpq \quad (1)$$

Donde $gPRS$ son los gramos de proteína de quinoa aportados por la salchicha, BC es la base de cálculo de la formulación, Xq la fracción de la harina de quinoa en la fórmula y Xpq la fracción de proteína teórica en la quinoa.

En la tabla 5 se muestran los resultados del valor de proteína aportado a la salchicha por cada componente.

Tabla 5. Composición proteica de la salchicha.

Componente	g proteína	% proteína
Proteína cárnica	326,25	13,05
Quinoa	8,25	0,33
Total proteína	334,5	13,4

Fuente: Los autores

Se obtuvieron salchichas tipo Frankfurt con un 13,4% de proteína utilizando harina de quinoa. Al haber optado únicamente por la adición de almidón, el porcentaje de proteína total es de 13,05%, restando la proteína aportada por la harina de quinoa. Esto muestra que la utilización



de esta permite aumentar el valor proteico del producto.

Lo que caracteriza a la quinoa es su valor proteico elevado, donde la calidad de sus proteínas y balance son superiores en esta que en los demás cereales, porque fluctúa entre 12.5 a 16.7%. El 37% de las proteínas que posee la quinoa está formado por aminoácidos esenciales (FAO, 2013). Dado los beneficios de esta para la salud gracias a los aminoácidos esenciales que contiene, de ahí la importancia de agregar proteína vegetal con un valor proteico elevado en comparación a otras legumbres. (FAO, 2013).

Por ello se varió la formulación utilizando harina de quinoa junto con el almidón de papa como extendedor.

Análisis sensorial

Kruskal Wallis

En la tabla 6 se presentan los valores de P obtenidos al analizar los datos del panel sensorial.

Tabla 6. Resultados P de Prueba de Kruskal Wallis.

Parámetro.	P
Color	0,337
Textura	0,250
Sabor	0,083
Aroma	0,250

Fuente: Los autores

En la tabla 6, se evidencian valores de P mayores 0,05. En todos los casos se acepta la hipótesis nula, es decir, no hay diferencias significativas en cada parámetro evaluado por los panelistas.

Flash profile

La aplicación de este análisis permitió elegir uno de los productos, teniendo en cuenta las prefe-

rencias de los panelistas ya que por el método estadístico de Kruskal Wallis solo permite conocer si hay diferencias o no entre las muestras.

A continuación, se observa gráficamente las pruebas sensoriales por este método.

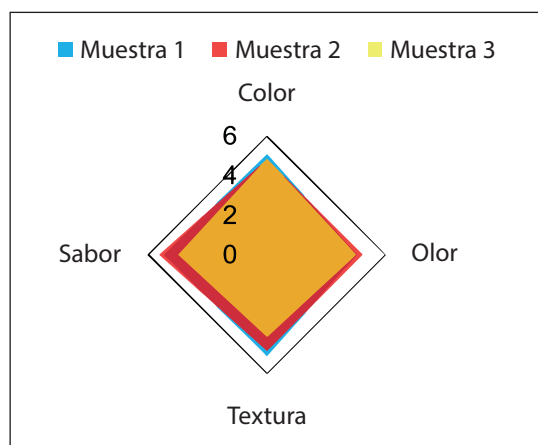


Figura 2. Gráfica de flash profile para pruebas sensoriales realizada a 23 mujeres.
Fuente: Los autores

En la figura 2, los parámetros de sabor, olor y textura de la muestra 2 fueron más altos, que la muestra 3; sin embargo, la muestra 1 presentó mejores características de textura y color con respecto a las demás muestras.

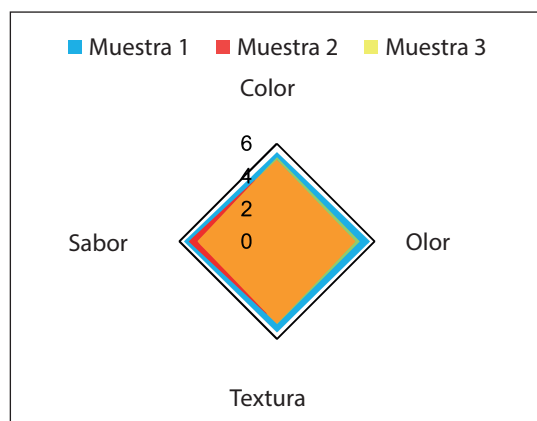


Figura 3. Gráfica de flash profile para pruebas sensoriales realizada a 26 hombres.
Fuente: Los autores

De la figura 3 se infiere que la muestra 2 fue mucho mejor que la 3 para sabor, pero a su vez la muestra 3 presenta mejores características de color y olor. Finalmente se observa que la muestra 1 tuvo gran aceptación por los panelistas ya que presenta mejores características que la muestra 2 y 3.

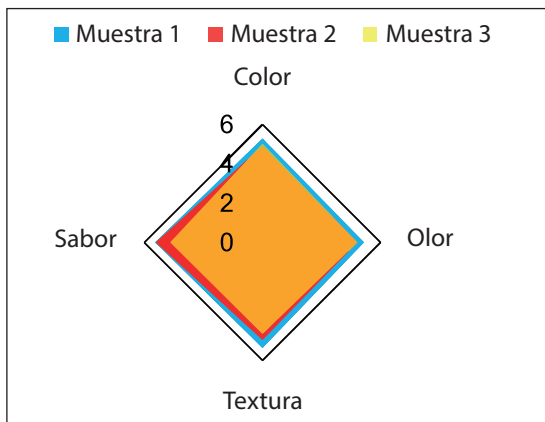


Figura 6. Gráfica de flash profile para pruebas sensoriales realizada a 49 panelistas no entrenados.

Fuente: Los autores

En la figura 6 se observa el resultado final de los 49 panelistas (hombres y mujeres), en donde la muestra 1 presentó mayor aceptación; sin embargo, al comparar las muestras 2 y 3 se encuentra que para los parámetros de sabor, olor y textura la muestra 2 fue mejor que la 3.

Como las salchichas fortificadas corresponden a las muestras dos y tres, se determina que la muestra fortificada de mayor aceptación por parte del panel sensorial es la muestra 2.

Balance de masa y energía

De acuerdo con la formulación de las salchichas elaboradas y teniendo en cuenta como aditivos los siguientes ingredientes: sal, sal nitro, ascorbato, condimento sabor salchicha, pimienta, ajo en polvo, humo líquido, laurel y hemoglobina, se expresan los siguientes balances de materia.

Las etapas de limpieza y picado no se tuvieron en cuenta en el balance ya que en estos no existe ningún tipo de pérdida o adición de materia prima significativo.

Se tomaron en cuenta las operaciones del proceso en las que se encuentran pérdidas de materias como molienda, emulsificación, embutido y escaldado.

Para el balance de energía se tuvo en cuenta el calor ganado por el producto y el calor cedido por el equipo siendo el calor ganado por las salchichas el cambio de entalpía correspondiente a la ecuación 2 en el cual se tiene en cuenta la masa del producto, el coeficiente de calor específico a presión constante (C_p) y la variación de la temperatura así:

$$Q_1 = \Delta H = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2)$$

El valor del coeficiente de calor de las salchichas se determinó con el promedio de los C_p de los ingredientes más significativos: grasa de cerdo, carne de res y carne de cerdo, así:

Se tuvieron los siguientes valores de coeficiente de calor: 302.08, 267.86 y 310.24 kJ aportados desde la marmita hacia el producto, para las muestras de 0, 185 y 250 ppm, respectivamente.

$$\%R = \frac{\text{masa del producto}}{\text{masa del producto sin ingredientes}} \cdot 100 \quad (3)$$

Teniendo en cuenta la ecuación 3 el proceso de elaboración de salchicha tuvo un rendimiento de 72,64%, 68,51% y 76,34% para las muestras de 0ppm, 185ppm y 250ppm, respectivamente.

Costos de materia prima

Se determinó el precio aproximado del producto elaborado.



En la tabla 8 se presentan los precios aproximados de los ingredientes utilizados.

Tabla 8. Costo de ingredientes de la formulación.

Ingredientes.	Cantidad.	Precio comercial (COP).
Carne de res	500 g	7.800
Carne de cerdo	500 g	6.000
Grasa dorsal de cerdo	500g	2.900
Almidón	1000g	55.000
Quinoa	500g	10.000
Sal	500g	550
Sal nitro	250g	11.400
Ascorbato	1000g	10.500
Condimento sabor salchicha	1000g	25.000
Pimienta	60g	2.020
Ajo	55g	1.130
Humo	160g	1.920
Hemoglobina	1000g	38.000
Laurel	37 g	3.310

Fuente: Los autores

Cabe aclarar que los precios expuestos en la tabla 4 son una aproximación, ya que son valores teóricos encontrados en página virtual de Almacenes Éxito y de Quiminet. A partir de los datos reportados en la tabla 4 y teniendo en cuenta cada una de las formulaciones se determinó un precio por unidad de \$1548.5, \$1548.8 y \$1549 para la salchicha con una concentración de 0ppm, 185ppm y 250ppm respectivamente. Esto permite observar que la adición de la hemoglobina no afecta de forma relevante el valor del embutido.

Conclusiones

Las concentraciones adicionadas de hemoglobina en la muestra de salchicha cumplieron con el objetivo de fortificar el producto en hierro.

Teniendo en cuenta el análisis del costo de producción se puede decir que las salchichas tipo Frankfurt fortificadas en hierro son una buena alternativa para suplementar deficiencias de origen nutricional ya que el costo no es elevado a pesar de agregar hemoglobina y de contener 73% de carne.

Según la formulación utilizada se puede inferir que es un producto que presenta buena mordida cárnica, estabilidad en la emulsión y buena vida útil, además, al ser positivo el índice de balance de humedad indica que retiene una mayor cantidad agua.

La adición de hemoglobina no tiene ningún efecto significativo sobre la textura de la muestra.

Las concentraciones de hemoglobina no afectan la luminosidad del producto, ya que no se encontraron diferencias significativas entre las tres muestras, sin embargo, el parámetro a* (rojo) y el parámetro b* (amarillo) presentan diferencias entre las muestras. Sin embargo, no se puede afirmar que la hemoglobina se use como producto que atribuya al color pues las concentraciones usadas fueron mínimas.

Al incluir la harina de quinoa en la formulación se elevó en un 0,33% la proteína total en el producto cárnico.

El rendimiento de la preparación de la salchicha tipo Frankfurt fue de 72,64%, 68,51% y 76,34% para las muestras de 0ppm, 185ppm y 250ppm respectivamente.

Agradecimientos

Los autores agradecen al ingeniero J. Rey su colaboración y orientación durante la realización del presente proyecto de investigación y a la Universidad de la Salle por su apoyo al desarrollo de la investigación.

Referencias bibliográficas

- AOAC (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, Official Method 985.35, 18th Edition, Revision 1.
- Berry, P. (2011). Food Fortication and Supplementation. Abington: Woodhead Publishing Ltd.
- Carrasco, R., Duque, S. & Rey, F. (2009). Sustitución del colorante rojo punzó 4R por hemoglobina en polvo en la elaboración de un derivado cárnico y su impacto en la textura del producto. Épsilon, Ediciones Unisalle, 7.
- Castrillo Arribas, J. & Vallina Álvarez, E. (2005). Hematología clínica temas de patología Médica. Oviedo: Servicio de publicaciones. Universidad de Oviedo.
- Castro, Eduardo (2007). Parámetros mecánicos y textura de los alimentos, Universidad de Chile, La Habana, Cuba.
- FAO (2013). Quinoa 2013 año internacional. Recuperado el 2016, de <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>
- Gil, A. (2010). Tratado de nutrición. Madrid, España: Ed. Panamericana.
- Hoyos, I. (s. f.). Evaluación de formulaciones en productos cárnicos procesados. Tecnas.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (octubre de 2010). Ministerio de Salud y Protección Social [CO]. Recuperado el 2016 de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Base%20de%20datos%20ENSIN%20-%20Protocolo%20Ensin%202010.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social (2010). Estrategias para la reducción de la anemia nutricional. Minsalud. Recuperado el 2016 de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PI/Paginas/estrategias-reduccion-anemia-nutricional.aspx>
- Montañez Quiroga, C. & Pérez Céspedes, I. (2007). Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (Chenopodium Quinoa, Wild). Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.
- Organización Mundial de la Salud (2015). Prevalencia mundial de la anemia y número de personas afectadas. Recuperado en septiembre de 2016, de http://www.who.int/vmnis/database/anaemia/anaemia_data_status_t2/es/
- Rodes, J., Piqué, M. J. & Trilla, A. (2007). Libro de la salud del hospital clínico de Barcelona y la fundación BBVA. España: Fundación BBVA.
- Ruiz Argüelles, G. (2009). Fundamentos de hematología. Ed. Panamericana.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2010). Escala hedónica. Recuperado el 2016, de http://data.unad.edu.co/contenidos/401552/Capitulo_8/832escala_hednica.html