

Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*Brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) para la evaluación del desarrollo de color y textura

Substitution of nitrites in a meat product stuffed with turnip (*Brassica rapa*) and partial replacement of potato flour (*Solanum tuberosum*) by mango peel meal (*Mangifera indica*) for the evaluation of the development of color and texture

Bernardo Carvajal-Macías¹
Seleny Pérez-Ramírez²
Yhoan Gaviria-Gaviria³
Juan Alzate-Agudelo⁴

¹Universidad de Antioquia (Colombia); correo: bernardo.carvajal@udea.edu.co

²Universidad de Antioquia (Colombia); correo: seleny.perez@udea.edu.co

³Universidad de Antioquia (Colombia); correo: yhoan.gaviria@udea.edu.co

⁴Universidad de Antioquia (Colombia); correo: jpablo.agudelo@udea.edu.co

Recibido: 19-06-2018 Aceptado: 01-04-2019

Cómo citar: Carvajal-Macías, Bernardo; Pérez-Ramírez, Seleny; Gaviria-Gaviria, Yhoan; Alzate-Agudelo, Juan (2019). Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*Brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) para la evaluación del desarrollo de color y textura. *Informador Técnico*, 83(1), 19-29.
<https://doi.org/10.23850/22565035.1518>

Resumen

El color en alimentos cárnicos es el producto de reacciones bioquímicas entre los compuestos naturales de la carne, tales como la mioglobina, la hemoglobina y el oxígeno y la acción de agentes externos, tales como los nitratos y nitritos. Recientemente, se ha descubierto que determinados vegetales pueden ser fuentes de nitratos para la elaboración de productos cárnicos, capaces de almacenarlos en sus diversas estructuras. El objetivo de este trabajo, fue evaluar el desarrollo del color característico de las salchichas, mediante la sustitución de nitritos sintéticos por una fuente natural como el nabo, además, realizar una sustitución parcial de harina de papa por harina de cáscara de mango, para conocer su influencia en la textura final del producto. Para esto se elaboraron 3 muestras (patrón con nitrato, extracto de nabo y nabo deshidratado). La cantidad de nitritos presente se evaluó por espectrofotometría, según el método 973.31 de la *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC), los parámetros de colorimetría se determinaron por el método CIELAB y la textura se evaluó con el método Análisis de Perfil de Textura (TPA). Se encontró que la cantidad de nitritos es inferior al patrón y a lo reportado por otras literaturas (patrón: 84,87 ppm, extracto: 9,80 ppm y deshidratado: 11,81 ppm), en cuanto a los análisis de textura y colorimetría se identificaron diferencias significativas entre el patrón y las muestras con adición de nabo. Para concluir, se debe aumentar la proporción de nabo en la adición para lograr la concentración deseada de nitritos en el producto final, la adición de harina de cáscara de mango influye en la textura final del producto. Finalmente, se recomienda realizar evaluación

del contenido de nitritos en el nabo durante un tiempo de almacenamiento determinado y aumentar la proporción de nabo en la salchicha, evaluando que las características sensoriales no se vean afectadas.

Palabras clave: nitritos; nabo; salchicha; colorimetría; textura.

Abstract

The color in meat foods is the product of biochemical reactions between the natural compounds of meat, such as myoglobin, hemoglobin and oxygen and the action of external agents such as nitrates and nitrites. Recently it has been discovered that certain vegetables can be sources of nitrates for the production of meat products, capable of storing them in their various structures. The objective of this work was to evaluate the development of the characteristic color of the sausages by means of the substitution of synthetic nitrites by a natural source like the turnip, in addition to make a partial substitution of potato flour for mango peel flour to know its influence on the texture end of the product. For this, 3 samples were elaborated (Pattern with Nitral, Extract of turnip and dehydrated turnip). The amount of nitrites present was evaluated by spectrophotometry according to method 973.31 of the AOAC, the colorimetry parameters were determined by the CIELAB method and the texture was evaluated with the Texture Profile Analysis (TPA) method. It was found that the amount of nitrite is inferior to the standard and that reported by other literatures (pattern: 84.87 ppm, extract: 9.80 ppm and dehydrated: 11.81 ppm), in terms of texture and colorimetry analysis. They identified significant differences between the standard and the samples with the addition of turnip. To conclude, the proportion of turnip in the addition must be increased to achieve the desired concentration of nitrites in the final product, the addition of mango peel flour influences the final texture of the product. Finally, it is recommended to evaluate the content of nitrites in the turnip during a certain storage time and increase the proportion of turnip in the sausage, evaluating that the sensory characteristics are not affected.

Keywords: nitrites; turnip; sausage; colorimetry; texture.

Introducción

Las salchichas son embutidos elaborados a partir de carne y grasa de vacuno, equino, porcino o aves, dicha mezcla debidamente triturada, molida y mezclada, a la cual se le puede agregar aditivos alimentarios permitidos, dicha mezcla es embutida en una membrana artificial, cocida y eventualmente ahumada (Huanca; Solís, 2010). Respecto al color en los productos cárnicos, se genera por las reacciones bioquímicas entre los compuestos naturales de la carne, como la mioglobina, la hemoglobina y el oxígeno y la acción de agentes externos, como los nitratos y los nitritos (Pinzon; Hleap; Ordoñez Santos, 2015).

Actualmente, se ha descubierto que algunos vegetales pueden ser fuentes de nitratos para la elaboración de productos cárnicos, capaces de almacenar en sus diversas estructuras concentraciones de nitritos (Gallego, 2013), entre ellos el apio, la lechuga y el betabel que tienen concentraciones de entre 1500 a 2800 ppm de nitratos (Montiel-Flores; López-Malo; Bárcenas-Pozos, 2013), además de las acelgas, el pepino y el nabo (Hernández, 2008).

Diversas investigaciones buscan generar productos cárnicos reemplazando los nitritos de origen sintético por fuentes de origen vegetal. Ruiz-Capillas *et al.*, (2014) realizaron la sustitución de nitritos por una formulación que contenía apio, colorante natural y vitaminas C y E, encontrando que las salchichas reformuladas cuentan con condiciones similares a los productos elaborados con nitritos comerciales.

El nabo (*Brassica rapa*) *norfolk* cuello rosa o violeta, presenta sabor agrio o ácido, dulce, tierra o metálico; genera sensación pungente y astringente y su textura es fibrosa y firme (Helland *et al.*, 2015). Este se encuentra en un rango intermedio de composición de nitritos, siendo de 500 a 1000 mg/Kg de nitritos (Moreno; Soto; González, 2015), sin embargo, en un estudio al realizar la concentración, se encontró alrededor de 4800 mg/kg de nitratos y nitritos. Por lo tanto, se puede decir que el nabo es uno de los productos vegetales que más concentración de nitritos contiene (Vargas; Taborda, 2006).

Por otro lado, el contenido de fibra de la cáscara de mango criollo, oscila entre 47,68 % y 59,44 % (Torres-González; Jiménez-Munguía; Bárcenas-Pozos, 2014), lo cual concuerda con lo reportado por Sánchez (2005), quien establece que el contenido de fibra de esta cáscara es de 56,68 %, y el 29,46 % corresponde a fibra dietaria soluble. La Capacidad de Retención de Agua (CRA) se relaciona con la composición de la fibra dietaria, ya que a mayor cantidad de fibra dietaria soluble, dicha propiedad aumenta. La cáscara de mango criollo presenta una CRA aproximadamente de 4,07 g de agua/g fibra, además de una buena actividad antioxidante, debido a su contenido de polifenoles y carotenoides (Cañas; Restrepo; Cortés, 2011).

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el desarrollo del color característico de los productos procesados en una salchicha, mediante la sustitución de nitritos sintéticos por una fuente natural como el nabo. Complementario a esto se pretendió realizar una sustitución parcial de harina de papa por harina de cáscara de mango, para conocer su influencia, en la textura final del producto.

Materiales y métodos

Obtención de las materias primas

La carne empleada para la elaboración del producto fue de res, cerdo (brazuelo), pollo, carne mecánicamente deshuesada (CMD) y tocino. Éstas se obtuvieron de un mercado local del municipio de La Ceja, Antioquia. Los condimentos y aditivos empleados para el procesamiento, como la base Regal, accord, promax, harina de papa, humo líquido, color rojo punzo y orégano, fueron suministrados por la Universidad de Antioquia.

Preparación del sustituyente de nitritos

Extracto de nabo: el material vegetal fuente de los nitritos es el nabo variedad *norfolk* cuello rosa o violeta, provino de una finca ubicada en la vereda Quirama del municipio del Carmen de Viboral, Antioquia, en donde el método de cultivo de los nabos es orgánico y el tipo de producción es para abasto local, no para comercialización. El extracto se realizó a través del troceado y tamizado del nabo, de lo cual se obtuvo el jugo. Debido a la dureza que posee dicho vegetal, se realizó el procedimiento con adición de agua caliente (temperaturas aproximadas de 60-65 °C) y un posterior tamizaje para eliminar la fibra que no se requería para el proceso. Inmediatamente, se procedió a la concentración del extracto por medio de calentamiento y evaporación del agua adicionada al momento de la extracción, para esto se usaron temperaturas de 90-95 °C, hasta obtener el extracto concentrado.

Nabo deshidratado: el nabo se lavó y desinfectó, posteriormente se cortó en láminas para su deshidratación, lo cual se realizó en un horno de convección marca UNOX®, referencia *Rossella* a una temperatura de 90 °C durante 90 min. Luego del proceso de deshidratación, se disminuyó el tamaño de partícula en un procesador de alimentos marca NUTRIBULLET, referencia *Magic*. La harina se almacenó en bolsa de polietileno hasta su uso.

Elaboración de la harina de cáscara de mango

Se obtuvieron cáscaras de mango (comprados en un mercado local del municipio de La Ceja del Tambo, Antioquia), las cuales fueron lavadas y desinfectadas. Posteriormente se deshidrataron a 80 °C durante 120 min en un horno de convección marca UNOX®, referencia *Rossella*. Después de finalizado el tiempo de deshidratación, se procedió a disminuir el tamaño de partícula en un procesador de alimentos marca NUTRIBULLET, referencia *Magic*. La harina se almacenó en bolsa de polietileno hasta su uso.

Elaboración del embutido tipo salchicha

Para empezar, se realizó la recepción de las materias primas teniendo en cuenta los análisis fisicoquímicos, principalmente pH y temperatura de estas. También, se tuvieron en cuenta las características organolépticas de cada una, además, se verificó el peso de la materia prima con su respectivo retiro de partes no deseadas (venas, grandes porciones de grasas, entre otras). Posteriormente, se realizó el pesaje de los ingredientes de acuerdo a lo establecido en el formulador del producto.

A continuación, se realizó el proceso de molienda a la materia prima cárnica y grasa en donde se usó un disco de 4,5 mm de diámetro. Además, se tuvo precaución de mantener una temperatura inferior o igual a 12 °C, y, que no se mezclara la materia prima grasa con la carne para no afectar procesos posteriores. Seguidamente, se realizó el proceso de cutedo, en el cual se tuvo cuidado en el orden de adición de los ingredientes, la temperatura (inferior a 10 °C) y el tiempo de proceso (máximo de 8 min). Una vez terminado este proceso, se continuó con el embutido del producto en un tubular de celulosa calibre 22, haciendo uso de una embutidora manual con una capacidad máxima de 1 kg/bache. Posteriormente, se realizó el porcionado de la salchicha con una longitud aproximadamente igual entre ellas. El tratamiento térmico se realizó en dos secciones. La primera, en una cocción seca mediante un horno ahumador hasta que la temperatura interna del producto se mantuviera entre los 50-55 °C, asegurando una estabilización del color. Finalizado este proceso se pasó a la segunda sección del tratamiento térmico con una cocción húmeda de agua caliente, la cual no superó una temperatura de 80 °C, asegurando que el producto llegara a una temperatura interna de 72 °C para que se diera la cocción completa del mismo. Para finalizar el tratamiento térmico, el producto se llevó a una temperatura entre 0 y 4 °C evitando que este entre en contacto con el agua de enfriamiento para asegurar su inocuidad. Finalmente, el producto se empacó al vacío, asegurando un tiempo de conservación de 30 días sin ser abierto.

En cuanto a la formulación de las salchichas elaboradas con nabo, se emplearon los siguientes porcentajes: extracto de nabo 3 %, nabo deshidratado 2 %, para el patrón se empleó sal nitrante (nitral) al 0,1 %.

Determinación de nitritos

Para los tres tratamientos elaborados se determinó el contenido de nitritos, según el método *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) 973.31. Se pesaron 10 a 12 g de muestra finamente triturada en una balanza analítica marca Sartorius CP2245, depositándola en un *beaker* de 100 mL. Se adicionaron 40 mL de agua desionizada sin superar una temperatura de 80 °C. La muestra se transfirió a un matraz de 500 mL. El *beaker* que contenía la muestra se lavó con porciones sucesivas de agua caliente y se agregaron los lavados al matraz de 500 mL; posteriormente, se agregó agua destilada caliente hasta ajustar aproximadamente 300 mL, las muestras se llevaron a un baño de vapor durante 2 h con agitación ocasional. Luego se enfriaron a una temperatura ambiente. Aparte, se aforó con agua desionizada, se filtró y se tomó una alícuota del filtrado de 25 mL. Seguidamente, con una pipeta volumétrica se llevó a un matraz de 50 mL y se adicionaron 2,5 mL de sulfanilamida ($C_6H_8N_2O_2S$) con bureta y se mezclaron los ingredientes. A continuación, se dejó en reposo durante 5 min, pasado el tiempo se adicionó 2,5 mL de negro de eriocromo T ($C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$) con bureta, se mezcló y se aforó con agua desionizada. Después se dejó reposar 15 min y se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro marca Hewlett Packard, referencia Agilent serie 8453 UV-VIS a una longitud de onda de 540 nm.

Análisis de perfil de textura

Se desarrolló en un texturometro marca StableMicro Systems mod. TAXT 2i con una celda de carga de fuerza inicial de 30 kg y se realizó con una velocidad antes del test de 1mm/s. Durante el ensayo se utilizó una velocidad de 2 mm/s y después del test de 5 mm/s. El tiempo para la realización de cada ensayo fue de 5 s con un porcentaje de compresión del 40 %. Los parámetros analizados fueron dureza, masticabilidad y gomosidad. Dichos análisis fueron realizados a las tres muestras elaboradas patrón, extracto y deshidratado.

Análisis de colorimetría método CIELAB

Este ensayo se realizó en un equipo DIGI-EYE fabricado por VERIVIDE, usando un iluminante D-65. Dichos análisis fueron realizados a las tres muestras elaboradas patrón (salchicha elaborada con nitral), extracto y deshidratado (sustituyendo el nitral por nabo) tanto a la superficie de la salchicha como al mapa (parte interna) de la misma.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos en los diferentes análisis fueron registrados y evaluados mediante el software Microsoft Office Excel 2016.

Resultados y discusión

Determinación de nitritos en salchichas

De acuerdo al método utilizado, en la Tabla 1 se relacionan los resultados obtenidos para el contenido de nitritos presente en las tres muestras de salchichas evaluadas:

Tabla 1.
Promedio del contenido de nitritos en las tres muestras de salchicha

Muestra	Concentración (ppm)
Patrón	84,87
Extracto	9,80
Deshidratado	11,81

Fuente: elaboración propia

Según la Resolución 4125 de 1991 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, el límite máximo permitido de nitritos en alimentos es de 200 ppm. Los valores obtenidos fueron inferiores a este referente, ya que la mayor concentración obtenida (84,87 ppm) fue en la muestra patrón, la cual se elaboró a partir de la adición de nitritos de origen sintético (nitral sal curante). Las otras muestras, que fueron elaboradas a partir de una fuente natural de nitritos, *B. rapa*, presentaron valores inferiores al patrón con la cantidad adicionada que reportan en otras investigaciones Vargas y Taborda (2006). Esto puede deberse, principalmente, a que en la fuente natural (*B. rapa*) se tienen originalmente nitratos, los cuales, debido a la actividad bacteriana de la carne, son degradados a nitritos. Estos últimos, son los que ejercen la acción de desarrollo de color en el producto y, por este motivo, si durante el proceso no se cuenta con un tiempo prolongado para que se dé la transformación de los nitratos a nitritos, no se dará un adecuado desarrollo del color.

De acuerdo a la formulación teórica del producto, los resultados obtenidos experimentalmente del patrón son inferiores, debido a que el aditivo (Nitral) tuvo un tiempo prolongado de almacenamiento, lo cual conlleva a que la reacción entre el nitral y la carne no se dé en la forma esperada.

Análisis de textura

Los parámetros evaluados en el análisis del perfil de textura (TPA) se presentan en la Tabla 2 y son graficados en la Figura 1.

Tabla 2.
Datos del análisis de textura (TPA) en las tres muestras de salchicha

Muestra	Dureza (g)	Gomosidad (g)	Masticabilidad (g)
Patrón	4254,3458±453,08	3177,2846±289,86	2966,664±265,89
Extracto	3968,7652±302,67	2813,2356±222,03	2551,369±176,42
Deshidratado	3797,4338±386,07	2211,8170±185,72	2554,433±164,24

Fuente: elaboración propia

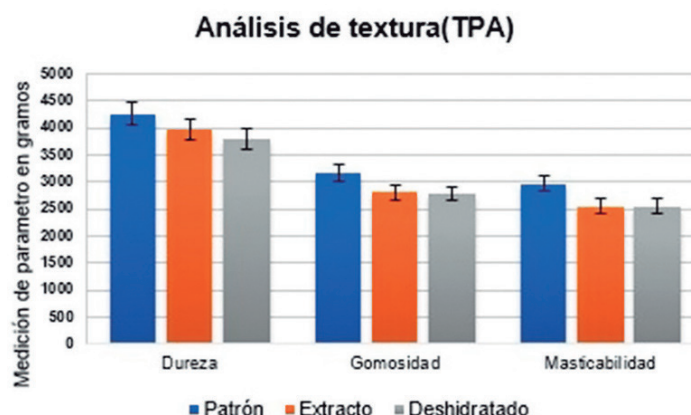


Figura 1. Parámetros de textura evaluados (Dureza, gomosidad y masticabilidad)
Fuente: elaboración propia

Mediante la Figura 1 se pudo determinar que existen diferencias significativas entre las muestras analizadas y el patrón (usando 95 % de confianza), sin embargo, entre las muestras de salchicha con extracto de nabo y nabo deshidratado no existe diferencia significativa. Esto se debe a que en ambas muestras se empleó una fuente natural para la obtención de los nitritos y para la muestra patrón se empleó una fuente sintética, la cual presenta una mayor actividad y estabilidad en el medio.

Al comparar la dureza de la salchicha patrón con las otras dos muestras evaluadas, se puede identificar que esta posee una dureza mayor ($4254,35 \text{ kg m s}^{-2}$), lo que indica que se requiere realizar una fuerza mayor de masticación al producto para obtener una deformación similar a la que se obtendría en las salchichas a las cuales se les realizó la sustitución. Estas reportaron valores de $3968,77 \text{ kg m s}^{-2}$ para la salchicha con el extracto y $3797,43 \text{ kg m s}^{-2}$ para la salchicha con el nabo deshidratado. Esta diferencia en la dureza se debe principalmente a la adición de harina de cáscara de mango en las salchichas con extracto de nabo y nabo deshidratado, la cual posee una capacidad de retención de agua mayor, respecto a la harina de papa que fue usada para la elaboración de la salchicha patrón, lo que genera un aumento del contenido de humedad en el producto final, dando como resultado una disminución en la dureza de la salchicha.

La gomosidad se define como la multiplicación de la dureza y la cohesividad. En la Figura 1 se puede evidenciar que esta se comportó de manera similar a la dureza, ya que presentó una disminución de la gomosidad de las muestras con la sustitución de nitritos ($2813,24 \text{ kg m s}^{-2}$ para la salchicha con extracto y $2211,82 \text{ kg m s}^{-2}$ para la salchicha con deshidratado) en relación con el patrón usado ($3177,29 \text{ kg m s}^{-2}$), siendo esta diferencia significativa para ambos casos. Sin embargo, entre las muestras estudiadas no existe una diferencia significativa. La gomosidad se encuentra directamente relacionada con el estado de la carne (Arnau, 2011), cuando ésta es demasiado magra, el producto final posee una dureza y una gomosidad mayor, que cuando se tiene producto con un contenido más elevado de grasa, favoreciendo la emulsión del producto, dando como resultado una dureza y gomosidad menor.

La masticabilidad de un producto cárnico procesado analizado por el método TPA, se define como la multiplicación de la dureza, la cohesividad y la elasticidad, siendo esta relación directamente proporcional. Por tanto, se obtuvo un comportamiento idéntico a los casos anteriormente mencionados, puesto que si disminuye la dureza, como es el caso de las

dos muestras analizadas, se tendrá una disminución de la masticabilidad del producto. La masticabilidad es una variable que confirma el comportamiento final del producto, puesto que este es la combinación de diferentes factores arrojados por el análisis de textura TPA.

Análisis de color mediante CIELAB

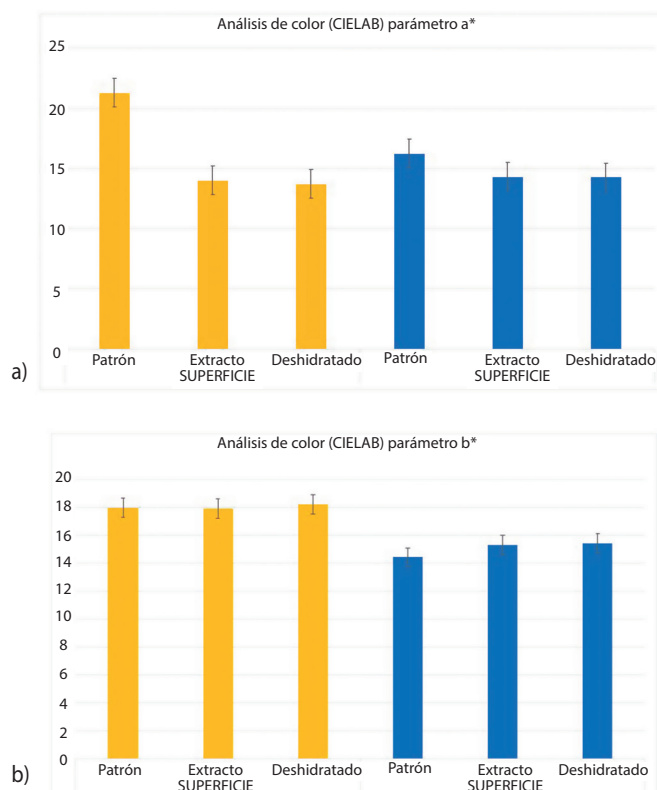
El análisis de color para las tres muestras se realizó por el método CIELAB, en el cual se evalúan las coordenadas a^* y b^* (de verde a rojo y de azul a amarillo, respectivamente), la luminosidad (L^*), el croma (C) y el tono (h). Este último obtenido por lectura directa desde el colorímetro. De acuerdo a estos aspectos evaluados se puede determinar la diferencia significativa que puede existir entre los tratamientos. En la Tabla 3 se presentan los datos obtenidos y en la Figura 2 se muestran los factores evaluados.

Tabla 3.

Promedio de los datos de análisis de color por método CIELAB para las tres muestras elaboradas en su interior (mapa) y en la parte externa (superficie)

SUPERFICIE					
Tratamiento	L	a	b	C	h
Patrón	56,49±0,48	21,30±0,27	17,96±0,26	27,87±0,15	40,14±0,71
Extracto	56,32±0,35	14,03±0,33	17,90±0,19	22,74±0,22	51,93±0,79
Deshidratado	56,82±0,14	13,72±0,46	18,18±0,24	22,78±0,27	52,97±1,09
MAPA					
Tratamiento	L	A	B	C	H
Patrón	64,31±0,27	16,24±0,29	14,41±0,09	21,71±0,24	41,59±0,45
Extracto	61,86±0,36	14,33±0,20	15,27±0,18	20,94±0,25	46,84±0,22
Deshidratado	61,53±0,23	14,28±0,30	15,39±0,15	21,00±0,14	47,14±0,84

Fuente: elaboración propia



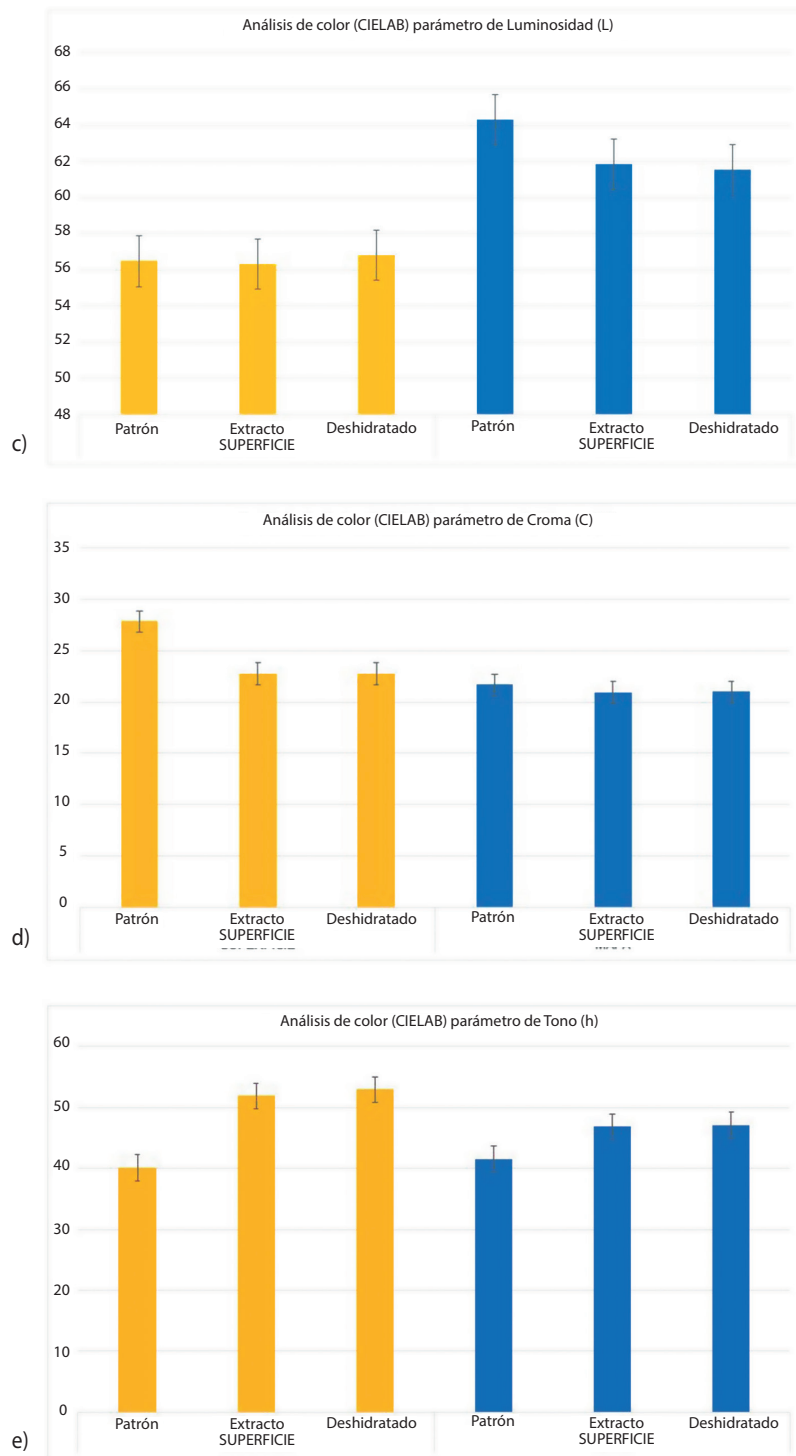


Figura 2. Análisis de color en las muestras de salchicha tanto para la superficie como para el mapa
Fuente: elaboración propia

El parámetro a^* (Figura 2a), el cual comprende la zona entre el color rojo hasta el color verde, presentó diferencias significativas entre las muestras evaluadas y el patrón tanto para la superficie como para el mapa. Este parámetro es importante en productos cárnicos, ya que en su mayoría son de color rojo o similares. Para el caso de los ensayos realizados, la diferencia entre el patrón y las muestras, tiene una relación directa con el contenido de nitritos, el cual se determinó inicialmente, ya que estos son los que aportan el desarrollo del color a los productos cárnicos procesados. A pesar de que la diferencia en la concentración de nitritos entre las muestras con adición de nabo y el patrón fue amplia (70 ppm de

diferencia aproximadamente) visualmente, al realizar el análisis colorimétrico no se evidencia con la misma intensidad, aunque en la superficie sí se encuentra una mayor variación que en el mapa, ya que en la superficie de las salchichas se presenta el desarrollo de la segunda piel, lo cual implica una mayor intensidad del color en la superficie que en el mapa.

Según un estudio realizado por Amensour *et al.*, (2010), explican que en los productos cárnicos la coordenada a^* está influenciada por diversos factores tanto tecnológicos (emulsión en frío o caliente, tipo de picado, entre otros.) como de composición (relación fracción magra / fracción grasa, entre otros). Por su parte, la luminosidad está relacionada con el agua libre en la superficie, el contenido de grasa, el tejido conjuntivo, el contenido y el tipo de hemopigmentos, entre otros.

En cuanto a la disminución de la coordenada a^* conforme se disminuyó el contenido de nitritos al realizar la sustitución por extracto de nabo o nabo deshidratado, puede explicarse por la reducción del nitrito a óxido nítrico (NO) y su consecuente reacción con la mioglobina para formar nitrosomioglobina que se estabiliza por tratamiento debido a que a menor cantidad de nitritos, menor cantidad de reacciones formadoras de nitrosomioglobina. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Deda; Bloukas y Fista (2007), quienes trabajaron con salchichas de carne y cerdo adicionadas con nitrito de sodio y pasta de tomate.

Respecto a la evaluación del parámetro de color b^* , este siguió un comportamiento similar al estudiado en el parámetro a^* , presentando una variación mayor entre el patrón y las muestras, lo que puede estar relacionado con el proceso de formación de la segunda piel en la salchicha, en el que se presenta un mayor desarrollo del color amarillo, debido al aporte de este color por parte del nabo tanto deshidratado como en extracto. Este efecto no se evidencia de igual forma que con la adición de nitral (Deda *et al.*, 2007).

Por otra parte, en la evaluación colorimétrica de las muestras de salchicha se observó que el valor de luminosidad (L^*) no representa diferencias significativas, es decir, teniendo en cuenta un valor $p < 0,05$; esto ocurre tanto para la superficie como para el mapa.

La coordenada de croma (C) representa el grado de saturación del color en las muestras. Para el caso de la superficie se presentó variación a pesar de no ser significativa, sin embargo, en el mapa no existe esta diferencia, lo cual puede estar relacionado con las razones expuestas anteriormente para las demás coordenadas.

Finalmente, en la coordenada h, donde se refleja la información sobre el tono de las salchichas, se presentó un comportamiento inverso a las demás, ya que las muestras con adición de nabo reflejan valores superiores al patrón, siendo esta una diferencia significativa tanto para la superficie como para el mapa.

Las diferencias en el color entre las salchichas de diversos estudios están relacionadas también con las características de color de los principales ingredientes utilizados en la elaboración de las mismas (Isaza; Restrepo; López, 2012).

Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que, según el análisis de nitritos, la concentración de nabo tanto deshidratado como en extracto, debe ser en una mayor proporción a la empleada en el actual estudio si se desea obtener un mayor desarrollo de color.

La sustitución parcial de la harina de papa por harina de cáscara de mango disminuye la dureza, gomosidad y masticabilidad en la salchicha, debido a que esta última presenta una mayor CRA.

Con la concentración de nitritos de fuente natural empleados, se pudo obtener un producto con colores de tonalidad rojo, característico de los productos cárnicos.

Agradecimientos

A la profesora Nelly Ospina de Barreneche, docente titular de la Universidad de Antioquia, al señor Hernán Darío Villa Montoya, de Industrias Zenú S.A. Al señor Edwin Arcila, técnico de las plantas móviles de la Universidad de Antioquia. A la profesora Rosario Echeverri, coordinadora del Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos de la Universidad de Antioquia, y al señor Andrés Román, coordinador de Laboratorios Universidad de Antioquia Seccional Oriente.

Referencias

- Amenour, M.; Zapata, E. S.; Abrini, J.; Nadal, E. S.; Barberá, M. E. S.; de Vera, C. N. R.; López, J. F. (2010). Estabilidad del color en salchichas de pollo tipo Frankfurt adicionadas con extracto acuoso de hoja de *Myrtus communis*. *Óptica pura y aplicada*, 43(4), 251-257.
- Arnau, J. (2011). Problemas de los embutidos crudos curados. *Revista Eurocarne*, 194.
- Cañas, Z.; Restrepo, D.; Cortés, M. (2011) Revisión: productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6023-6035.
- Deda, M. S.; Bloukas, J. G.; Fista, G. A. (2007). Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science*, 76(3), 501-508. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.004>
- Gallego, J. (2013). *Fuente alternativa de nitratos para la industria cárnica: Influencia del extracto de apio y cultivos iniciadores sobre el color del jamón cocido tipo Medellín*. (Tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández, Valencia, España.
- Helland, H. S.; Leufvén, A.; Bengtsson, G. B.; Skaret, J.; Lea, P.; Wold, A. B. (2016). Storage of fresh-cut swede and turnip in modified atmosphere: effects on vitamin C, sugars, glucosinolates and sensory attributes. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.028>
- Hernández, J. M. (2008). Toxinas vegetales de origen natural [Material de clase]. Toxicología alimentaria, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Huanca, D; Solís R. (2010). *Determinación de nitritos y nitratos en hot dogs de consumo directo por estudiantes del 5º y 6º grado, de educación primaria del distrito de Villa El Salvador*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Marcos. Lima, Perú.
- Isaza, Y.; Restrepo, D.; López, J. (2012). efecto de la inclusión de un extracto de cereza (*Prunus avium* L.) sobre el estado de oxidación y las características físicoquímicas y sensoriales de salchichas tipo Frankfurt. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(1), 6541-6552. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30782>
- Ministerio de Salud. (5 de abril de 1991). Resolución No. 4125 de 1991. Recuperado de: https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_4125_1991.pdf
- Montiel-Flores, E.; López-Malo, A.; Bárcenas-Pozos M. E. (2013). Vegetales como fuentes de nitritos: una alternativa para el curado de carnes. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(1), 57-67.
- Moreno, B.; Soto, K.; González, D. (2015). consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 199-205. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200013>

- Pinzón, L. X.; Hleap, J. I.; Ordoñez, L. E. (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. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500007>
- Ruiz-Capillas, C.; Tahmouzi, S.; Triki, M.; Rodríguez-Salas, L.; Jiménez-Colmenero, F.; Herrero, A. M. (2015). Nitrite-free Asian hot dog sausages reformulated with nitrite replacers. *Journal of food science and technology*, 52(7), 4333-4341. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1460-1>
- Sánchez, B. S. (2005). *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietaria del fruto del níspero (Eriobotrya japonica) y la cáscara de mango obo (Mangifera indica L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oax., México.
- Torres-González, M. P.; Jiménez-Munguía, M. T.; Bárcenas-Pozos, M. E. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 94-102.
- Vargas del Río, L. M.; Taborda, G. (2006). Nitrosaminas en productos cárnicos: formación e impacto. *Revista Biosalud*, 5, 101-131.