

Efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en la elaboración de un botón de cerdo

Meza Cool Andreina Alexandra

ameza0927@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Zootécnicas
Universidad Técnica de Manabí.

Vargas Zambrano Plinio Abelardo

plinio.vargas@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Zootécnicas
Universidad Técnica de Manabí.

Talledo Solórzano Maritza Viviana

mtalledo4282@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Zootécnicas
Universidad Técnica de Manabí.

Sandoval Sánchez José Hernán

jose.sandoval@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Zootécnicas
Universidad Técnica de Manabí.

Cuenca Nevárez Gerardo José

gerardo.cuenca@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Zootécnicas
Universidad Técnica de Manabí.

RESUMEN

Los pigmentos naturales incluyen una variedad de diferentes gamas de componentes y colores dado que poseen capacidad colorante y antioxidante, pero con la gran diferencia que no son dañinos para la salud destacándose en aplicación de productos cárnicos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en las características sensoriales de botones de cerdo; para lo cual se realizó una extracción de pigmentos naturales de remolacha y zapallo mediante el método de Soxhlet, luego se preparó el pigmento con las siguientes concentraciones en mililitros de remolacha:zanahoria (2:0.5; 1.5:1 y 1:1.5). Luego de preparado el pigmentante, se elaboraron los botones de cerdo a los que se les realizó un

análisis colorimétrico y sensorial todo bajo un modelo completamente al azar. Los datos fueron procesados en el programa Infostat versión 2018 aplicando la estadística no paramétrica y prueba de Kruskal Wallis al 0,05% de significancia. Se determinó, que el tratamiento T2 (1.5:1) presentó mejores características de color $\Delta E= 4,00$; $L=1,43$; $a= 4,08$; $b= - 0,50$. En lo que respecta a los atributos sensoriales, también el T2 se destaca como un producto de excelente calidad.

Palabras clave: antioxidante; botones de cerdo; colorimetría; escala hedónica; pigmentos naturales

Effect of isolated pigments from beetroot (*Beta vulgaris*) and pumpkin (*Cucurbita maxima*) in the production of a pork button

ABSTRACT

Natural pigments include a variety of different ranges of components and colors since they have coloring and antioxidant capacity, but with the great difference that they are not harmful to health, standing out in the application of meat products. The objective of this research was to evaluate the effect of isolated pigments from beetroot (*Beta vulgaris*) and pumpkin (*Cucurbita maxima*) on the sensory characteristics of pig buttons; For which an extraction of natural pigments from beets and squash was carried out using the Soxhlet method, then the pigment was prepared with the following concentrations in milliliters of beet: carrot (2: 0.5; 1.5: 1 and 1: 1.5). After the pigment was prepared, the pig buttons were made, which underwent a colorimetric and sensory analysis, all under a completely random model. The data were processed in the Infostat program, version 2018, applying non-parametric statistics and the Kruskal Wallis test at 0.05% significance. It was determined that the T2 treatment (1.5: 1) presented better color characteristics $\Delta E = 4.00$; $L = 1.43$; $a = 4.08$; $b = -0.50$. When it comes to sensory attributes, the T2 also stands out as an excellent quality product.

Keywords: antioxidant; pig buttons; colorimetry; hedonic scale; natural pigments

Artículo recibido: 20 diciembre. 2021

Aceptado para publicación: 10 enero 2022

Correspondencia: gerardo.cuenca@utm.edu.ec

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial de la alimentación indica un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estos cambios en los patrones de alimentación generan una nueva oportunidad de desarrollo e innovación en la ciencia y tecnología de los alimentos (Romero *et al.*, 2018).

Debido a la exigencia de los consumidores por alimentos naturales u orgánicos, ha ocasionado que la industria agroalimentaria busque alternativas de tratamiento de alimentos conservando la seguridad y la calidad de estos, intentado formular nuevos productos a partir de ingredientes naturales (Chareonthaikij *et al.*, 2016) incluidos los agentes de saborizantes y colorantes (Cerezal *et al.*, 2019). De acuerdo con la creciente ola que se presenta en los mercados alimenticios por tener alimentos con la menor cantidad de productos químicos, se está buscando la implementación de pigmentos aislados de origen natural como propulsores de las propiedades organolépticas en los alimentos, lo que ha llevado a un creciente interés por el uso de pigmentos de origen natural. este tipo de pigmentos, a diferencia de los de origen vegetal o animal, crecen en un medio de cultivo de bajo costo, no dependen de las condiciones climatológicas como los extraídos de las plantas; el crecimiento de las unidades es mayor al de las especies animales, y las técnicas de extracción permiten altos rendimientos del pigmento (Gámez, 2017).

Los agentes pigmentantes de alimentos se pueden usar para restaurar o intensificar el color original de un alimento, corregir la variación natural, conferir una identidad particular a los alimentos o darle una apariencia atractiva. como tales, juegan un papel fundamental en la preparación de alimentos, ya sea por razones técnicas o para satisfacer los requisitos organolépticos (Ayala *et al.*, 2017). Esto ha estimulado la investigación sobre pigmentos alimenticios, con un enfoque en la toxicidad, los efectos secundarios y el reemplazo de colores artificiales con tintes naturales (Cerezal *et al.*, 2019).

En la industria alimenticia existe una tendencia creciente en la utilización de los pigmentos naturales en lugar de los sintéticos o artificiales; esta tendencia es mayor en los países más industrializados debido a que la legislación de estos países ha restringido e incluso prohibido la utilización de diversas sustancias químicas sintéticas colorantes para alimentos, debido a su alta toxicidad (Cuesta, 2018).

Actualmente Ecuador, en su política de soberanía alimentaria y riqueza agrícola, está desarrollando nuevas tecnologías que permitan la obtención de pigmentos a partir de colorantes naturales, logrando que estas sean eficientes y que permitan obtener un color que combine con el producto final, en la provincia de Manabí, se cultiva el zapallo y en la provincia de Pichincha la remolacha, obteniendo cultivos en abundancia y no son totalmente aprovechados, es importante que se comience a utilizar estos recursos para poder establecer nuevas opciones como aditivos naturales para los alimentos y productos cárnicos (Arellano *et al.*, 2016). Por esta razón, el objetivo de esta investigación será determinar el efecto de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) en las características sensoriales de botones de cerdo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas cárnicas empleadas en la elaboración del botón de cerdo fueron carne magra de bovino y carne magra de cerdo. se empleó, además, grasa dorsal de porcino refrigerada, obtenida de cerdos con 24 horas post-mortem. estas materias primas fueron suministradas por la cooperativa de producción agropecuaria Chone Ltda., Ecuador. ambas carnes cumplieron con los criterios de calidad establecidos en la NTE INEN 056 (2011), según información suministrada por el proveedor.

Las materias primas no cárnicas utilizadas fueron harina de soya, sal común, fosfato, glutamato monosódico, ácido ascórbico, condimento para botones de cerdo y tripas naturales adquiridos en el almacén (Almacén Pecuario Chimborazo, Ecuador), los pigmentos naturales (*Beta vulgaris*) y (*Cucurbita maxima*) obtenidos por método Soxhlet en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Zootécnicas.

Obtención de los pigmentos aislados de remolacha y zapallo

Para obtener el pigmento natural de la remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*), se procedió hacer una limpieza de la materia prima inicial de 4480 gr y 10280 gr respectivamente, con la finalidad de eliminar de las impurezas químicas, físicas y biológicas, que pudiera encontrarse. De estas se obtuvo 3090 gr en el caso de la remolacha y 6260 gr en el caso del zapallo; se elaboraron rodajas grandes de 3 mm de grosor utilizando una rebanadora modelo Iram Ir 38324, hig voltage, 110/220 v, luego utilizando un deshidratador eléctrico, elaborado por IMEGAR, industrial Exhaust Fan modelo IEF-14, tamaño: 35 cm (14), 110v 60 hz 44w capacidad de 10 bandejas se hizo la deshidratación de la remolacha, a una temperatura de 65 °C, en un tiempo de 12 horas.

Posteriormente, la fase de molienda se realizó en un molino eléctrico recubierto electrolíticamente con estaño para evitar la contaminación de los alimentos, marca Corona 31.8 x 15.4 x 14.6 cm, y se tamizó a un tamaño de partícula de 0.5 mm con un 10% de humedad de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana INEN 517 de harinas obteniendo como producto final 180 gr de material vegetal fresco de remolacha (harina) y 231 gr de material vegetal fresco de zapallo. En ambos casos, se pesó usando una balanza analítica digital marca Sartorius modelo MSA1202s-100-d0.

A continuación, se procedió a extraer el pigmento mediante el método de Soxhlet, utilizando 50 gr de material vegetal fresco utilizando como solvente: una solución acidificada de etanol (90%-ácido cítrico 0,03% (p/v)), se establecieron 300 ml de etanol a una temperatura de 100-150°C, en un tiempo de 10 horas en un destilador Glassco boro 3.3 con una capacidad de 250 ml. Posteriormente el extracto fue concentrado en un rotavapor Büchi Syncore Vacuum Controller Q-101, que permite condensar vapores de disolventes a presión reducida y acumularlos en un recipiente de recogida, esto se realiza a una temperatura de 60°C, punto de ebullición 35°C, presión 134mbar, agua de refrigeración 15°C, de esta manera se obtuvo solo el pigmento natural.

Caracterización de las harinas

La determinación de la composición proximal de las harinas de remolacha y zapallo comprendió hacer evaluaciones de los contenidos de proteína, grasa, ceniza, humedad, fibra, pH (NTE INEN 517, 2013). los resultados de las determinaciones realizadas fueron reportados como porcentaje de la masa de muestra.

Formulación del producto cárnico

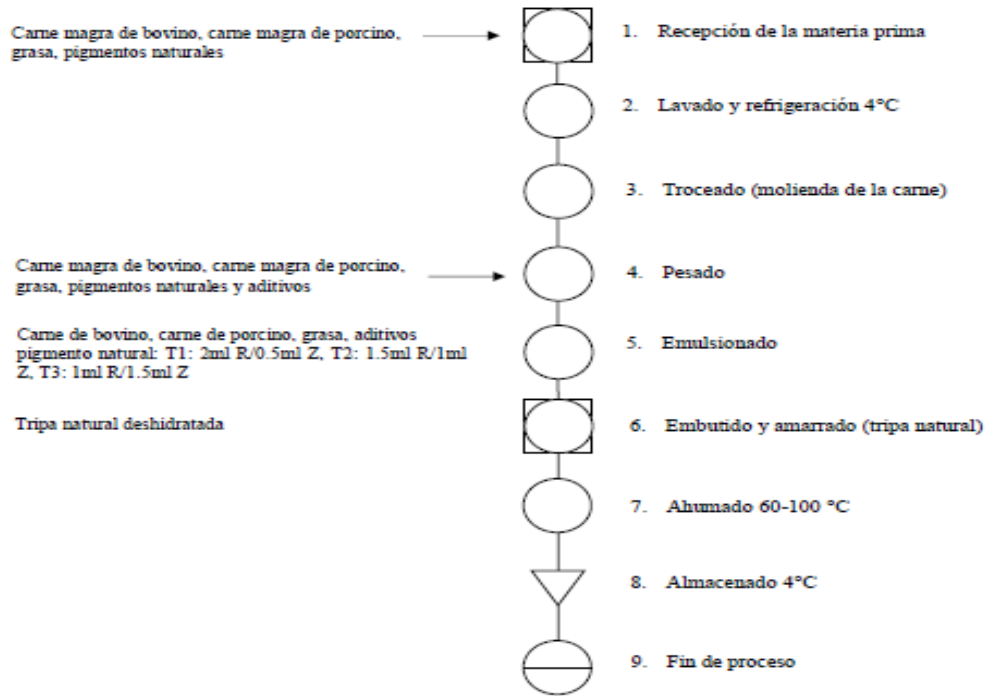
Luego de la recepción de la materia prima se procedió a lavar con agua purificada las materias primas cárnicas (carne magra de bovino, carne magra de porcino y grasa) y se lo puso en refrigeración a 4°C; seguidamente se realizó la molienda de la carne (segmentos de 5-10 cm) y la grasa en un molino de carne. Para la molienda de la carne (disco de 7 mm de diámetro) y la grasa (disco de 9 mm) (QS630 Big Food, Ecuador). Se pesó la materia prima igual que el resto de los ingredientes de acuerdo a la formulación para cada uno de los tratamientos; para el emulsionado se utilizó un cutter (QS620b Big Food, Ecuador) adicionando carne molida de cerdo (1620gr), la carne molida de bovino (480 gr) y la grasa (630 gr) la harina de soja (90 gr), hielo (180gr), sal (60gr), nitrito de sodio (0,37 gr), fosfato (9gr), gms (4,5 gr), ácido ascórbico (1,5 gr), pimienta (3gr),

condimento para botón de cerdo (38gr) y pigmento natural, haciendo énfasis que en el T1 se utilizó 6ml r;1,5ml z, T2; 4,5ml r;3ml z, T3; 3ml r;4,5ml z.

El embutido de la formulación se realizó en una embutidora manual (SF series manual, SF-8, Ecuador) empleando una tripa natural, obteniéndose botones de cerdo de 1 ½ cm de diámetro y 4 cm de longitud y una masa de 3 kg por cada tratamiento, el atado o amarrado se hace con doble nudo para evitar que se suelten y pierdan su forma durante el ahumado, se lo realizó de forma manual. Posteriormente fue ahumado en un ahumador a calor vertical marca Javar modelo AH-80 comercializado por Servinal con madera tipo naranjillo no resinosa por el tiempo de 10 horas a una temperatura de 60-100°C en calor. Los botones de cerdos fueron almacenados en refrigeración a 4°C, para que el producto no rompa la cadena de frío, evitar el desarrollo de microorganismos patógenos y así alargar la vida útil de los botones de cerdo (Figura 1).

Composición proximal del botón de cerdo

La determinación de la composición proximal del botón de cerdo comprendió la evaluación del contenido de proteína para indicar los componentes sobre el mejor producto experimental en correspondencia con los parámetros establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1338.



Elaborado por: (Vargas, 2019)

Figura 1. Flujograma para elaborar botones de cerdo ahumado con adición de pigmento natural (*Beta vulgaris*) y (*Cucurbita maxima*).

Diseño experimental

Las variables investigadas fueron: color y las características sensoriales organolépticas. la inclusión de color en la formulación estuvo encaminada a exponer cual era la mejor pigmentación para el producto con un adecuado nivel de aceptación. los niveles de adición de color fueron seleccionados a partir de intervalos que permitieran evaluar el efecto de color en esta variable. El proceso de ahumado se llevó a cabo por un ahumado en caliente en un ahumador a calor vertical marca Javar modelo AH-80 comercializado por Servinal y la temperatura fue de 60-100°C. En la investigación, se utilizó un diseño completamente al azar factorial con tres tratamientos y tres réplicas (Tabla 1).

Tabla 1. Formulación de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Factor	Réplicas
1	T1	Pigmentación 1 2ml r/0.5ml z	3
2	T2	Pigmentación 2 1.5ml r/1ml z	3
3	T3	Pigmentación 2 1 ml r/1.5 ml z	3
4	Control	---	---

En cada una de las formulaciones elaboradas se realizó una evaluación sensorial. las variables evaluadas fueron color, sabor, olor, masticabilidad, gomosidad, las que fueron seleccionadas a partir de experiencias preliminares. para ello se empleó una escala hedónica, delimitada de la siguiente manera: 1, me disgusta muchísimo; 2, me disgusta mucho; 3, me disgusta moderadamente; 4, me disgusta poco; 5, ni me gusta-ni me disgusta; 6, me gusta poco; 7, me gusta moderadamente; 8, me gusta mucho; 9, me gusta muchísimo. se evaluó, además, la impresión general de calidad, considerada como un indicador de la aceptación global del producto (denominada en lo adelante, de manera simplificada como calidad general). las evaluaciones fueron realizadas por un panel de siete expertos con experiencia en la producción de este tipo de producto cárnico (ISO, 2006).

Adicionalmente, para el producto mejor seleccionado por los jueces de mayor calidad, se realizó una prueba afectiva con 30 consumidores potenciales de este tipo de producto basada en si consumiesen o no el producto que se les presentaba (ISO 11136, 2014).

Análisis microbiológico

Se realizó una evaluación microbiológica para determinar la posible incidencia del desarrollo microbiano sobre el mejor producto experimental. para esta evaluación se tomaron tres muestras y se realizaron las determinaciones de aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y salmonella, en correspondencia con lo establecido en la NTE INEN 1338 (2016).

Evaluación colorimétrica

La evaluación colorimétrica se realizó al producto final es decir a los tres tratamientos, para lo cual, se tomó una rodaja de 2cm de diámetro de cada uno de los botones de cerdo elaborados en los tres tratamientos y se colocó la muestra en frente de un Coulometro con impresora (medidor de colorimetría) Chroma Meter CR-400, de marca Konica Minolta, INC., que es un instrumento portátil diseñado para evaluar el color de objetos especialmente con condiciones de superficies suaves o con mínima variación de color. se proyectó un láser de luz sobre el producto, el cual se evaluó el color mediante refractometría. del cual se obtuvo medidas exactas de colorimetrías de acuerdo a las concentraciones dadas en el diseño experimental inicial. este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. se lo usa para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos. El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. como se muestra a continuación:

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos de color fácilmente. ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L^* , a^* , y b^* .

La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se la conoce como delta (δ). deltas por L^* (ΔL^*), a^* (Δa^*) y b^* (Δb^*) pueden ser positivas (+) o negativas (-

). la diferencia total, delta e (Δe^*), sin embargo, siempre es positiva. éstas son expresadas como:

Δl^* = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)

Δa^* = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)

Δb^* = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

Δe^* = diferencia total de color

Para determinar la diferencia total de color entre las tres coordenadas, se debe usar la siguiente fórmula:

$$\Delta E^* = \frac{\Delta L * 2 + \Delta a * 2 + \Delta b * 2}{2}$$

Es importante destacar que Delta E sólo indica la magnitud de la diferencia total de color, pero no indica cuán correcta es.

Los instrumentos de medición de color pueden detectar diferencias no visibles por el ojo humano e instantáneamente mostrar esas diferencias en forma numérica o en un gráfico de reflectancia espectral. luego de identificar las diferencias de color usando los valores $l^*a^*b^*$, se debería decidir si la muestra es aceptable o no.

La fórmula de diferencia de color CIE2000 se estableció para solucionar este problema. esta fórmula establece en forma más precisa cómo el ojo humano percibe el color y provee una mayor exactitud, creando un elipsoide alrededor del estándar dentro del espacio de color. el color que cae dentro del elipsoide es considerado aceptable, mientras que el color que cae fuera es rechazado.

Procesamiento de datos experimentales

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el empleo del programa InfoStat versión 2018 (Statistical Graphics, Argentina).

Para el análisis sensorial (color, olor, sabor, masticabilidad, gomosidad y calidad general) se utilizó la estadística no paramétrica mediante la prueba de Kruskal Wallis al 0,05% de significancia para establecer si existen diferencias significativas entre las variables de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal de la harina de zapallo y remolacha

La (tabla 2) muestra la composición proximal de la harina de zapallo y remolacha, las mismas que se enmarcan en lo establecido en la NTE INEN 517 (2013) (humedad: 13,24

%, máximo; proteína: 4,63 %, mínimo; grasa: $1,82 \pm 0,03$ %, mínimo; ceniza: 6,59 %, máximo; fibra: 2,44 %, mínimo; pH: 5,38 %, mínimo. este resultado corresponde con reportes de la literatura para la harina de zapallo según (López, 2019). como se aprecia existe un mayor valor nutricional en la harina de zapallo debido al contenido en proteína $13,17 \pm 0,23$ %, cenizas $5,93 \pm 0,087$ %, grasa $3,34 \pm 0,12$ % y fibra 12,20 % (Chen *et al.*, 2015), sin embargo (Joshi, *et al.*, 2015) reafirma que la harina de zapallo contiene un pH de 9,44 %. su contenido se encuentra en correspondencia en el intervalo reportado por (Montero, 2018) con un contenido de humedad 12,98 %, grasa 0,33 %, ceniza 2,07 %, proteína 0,9 % y fibra cruda 5,43 %. tal como se observa los valores son similares a los reportados por (Ruiz *et al.*, 2014). estos componentes de la harina resultan de especial importancia en el proceso de elaboración de formulaciones alimentarias, además forma parte importante en la obtención de pigmentos aislados para lograr una posible colaboración en los productos cárnicos (Ramírez *et al.*, 2015).

En comparación con otras harinas, la harina de remolacha se fundamenta en su amplio uso en pigmentaciones y en particular como colorante natural en formulaciones de productos cárnicos (Pabón *et al.*, 2018). Los siguientes valores según (Navarrete *et al.*, 2019) muestran un porcentaje de humedad 9,63 %; proteína 8,75 %; grasa 0,70 %; ceniza 7.30 %; fibra 6,8 %; pH 6,0; en comparación con los resultados de la tabla 2, lo cual evidencia que hay una correspondencia en los contenidos de proteína, grasa y ceniza superiores a los obtenidos por la harina de remolacha. Esta harina va a formar parte importante en la obtención de pigmentos aislados para lograr una posible colaboración en los productos cárnicos (Rojas *et al.*, 2018).

Tabla 2. Composición proximal de la harina de zapallo y remolacha (%)

Parámetro (%)	Zapallo	Remolacha
Humedad	$13,24 \pm 0,05$	$8,59 \pm 0,03$
pH	$5,38 \pm 0,07$	$5,01 \pm 0,04$
Proteína	$4,63 \pm 0,02$	$8,60 \pm 0,06$
Grasa	$1,82 \pm 0,09$	$0,60 \pm 0,04$
Ceniza	$6,59 \pm 0,06$	$6,19 \pm 0,03$
Fibra	$2,44 \pm 0,07$	$6,30 \pm 0,05$

Composición proximal del botón de cerdo

La (tabla 3) muestra la composición proximal y el pH de ambos productos. con respecto a ello se destaca que tanto el producto experimental como el producto comercial cumplen con los requerimientos normativos existentes referentes a un contenido total de proteínas superior a 12 % (NTE INEN 1338, 2012).

Tabla 3. Composición proximal del botón de cerdo

Parámetro (%)	Producto experimental	Producto comercial
pH	6,1±0,04	6,0±0,03
Humedad	46,92±0,05	49,13±0,07
Ceniza	3,57±0,08	3,5±0,03
Proteína	13,34±0,02	10,26±0,05
Grasa	19,35±0,05	18,58±0,01
Fibra	1,57±0,07	1,12±0,02
Carbohidratos	4,15±0,11	4,17±0,10

El botón de cerdo del producto pe en su composición proximal contiene 13,34 % de proteína, corroborando con lo señalado según (Osorio *et al.*, 2019) las proteínas son muy importantes ya que contribuyen a la conservación y aumento de la masa muscular y esto refleja que el producto de acuerdo con su aporte nutricional cumple con las normativas establecidas.

Análisis microbiológico

De manera general se apreció que el producto mantuvo una textura firme y homogénea, durante los primeros días del proceso. asimismo, no se detectó exudado de líquido, indicativo de la ocurrencia de sinéresis. la evaluación microbiológica al cabo de la segunda semana indicó que el producto se encontraba apto para el consumo como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Conteos de microorganismos del producto

Microorganismos	Valor	Límite permisible (NTE INEN 1338:2016)
Aerobios mesófilos (UFC g ⁻¹)	1,0.10 ²	5.10 ³
<i>Escherichia coli</i> (UFC g ⁻¹)	1,3	<10
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC g ⁻¹)	1,05.10 ²	1.10 ³
Salmonella 25 g ⁻¹	Ausencia	Ausencia

Los resultados obtenidos indican que la inclusión de los pigmentos naturales de zapallo y remolacha en la formulación de un botón de cerdo provoca el efecto de pigmentación requerido en este tipo de formulación cárnica resultando un producto con características nutricionales similares a la de un producto comercial de calidad reconocida, resultando sensorialmente aceptado. Todos estos aspectos evidencian el adecuado comportamiento de los pigmentos de zapallo y remolacha como agente pigmentante en la formulación (Castañón *et al.*, 2019).

Determinación de colorimetría

El espacio de color CieLab es un espacio de color usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. en el caso de los embutidos el color es un factor muy importante en la calidad ya que de esto depende obtener un producto apto para el consumo. para cuantificar la diferencia de color entre la muestra y los estándares t1, t2 y t3 de botón de cerdo, se realizó una evaluación colorimétrica mediante un coulometro y de acuerdo con los valores obtenidos mediante ΔE se considera aceptable al t2 (tabla 20) debido a su tolerancia de color tanto numérica como visualmente, es decir que los valores de $\Delta E < 5$ son considerados perceptibles y relativamente aceptables o tolerables.

Tabla 5. Diferencia de color para T2

Coordenadas	Muestra	Estándar	
ΔL	53,28	50,05	1,43
Δa	16,38	17,86	4,08
Δb	12,54	10,97	-0,50
ΔE	---	---	4,00

En cuanto a la diferencia de color para la muestra y el estándar T1 se puede observar (Tabla 6) mediante la evaluación colorimétrica y los valores obtenidos que el botón de cerdo se considera rechazable ya que el valor de ΔE superior a 5 unidades significa que la diferencia percibida no es aceptable industrialmente.

Tabla 6. Diferencia de color para el T1

Coordenadas	Muestra	Estándar	
ΔL	53,28	48,62	4,66
Δa	16,38	13,78	2,60
Δb	12,54	11,47	1,07
ΔE	---	---	5,44

En la (tabla 8) se puede observar que en cuanto a la diferencia de color para la muestra y el estándar t3, la evaluación colorimétrica y de acuerdo con los resultados obtenidos se considera que el botón de cerdo es un producto rechazable debido a que el valor de ΔE supera a 5 unidades, lo que significa que la diferencia percibida no es aceptable industrialmente.

Tabla 7. Diferencia de color para el T3

Coordenadas	Muestra	Estándar	
ΔL	53,28	55,14	6,52
Δa	16,38	12,24	1,54
Δb	12,54	11,73	0,26
ΔE	---	---	6,70

Tolerancia de color

Los resultados de valores de tolerancia crean una caja alrededor del estándar, es decir que el color que cae dentro de la caja es considerado aceptable, por lo tanto, se puede observar que en la (figura 3) el botón de cerdo (t2) es considerado aceptable. los resultados de estas mediciones logran indicar el manejo adecuado de los alimentos para obtener la máxima calidad del producto final.

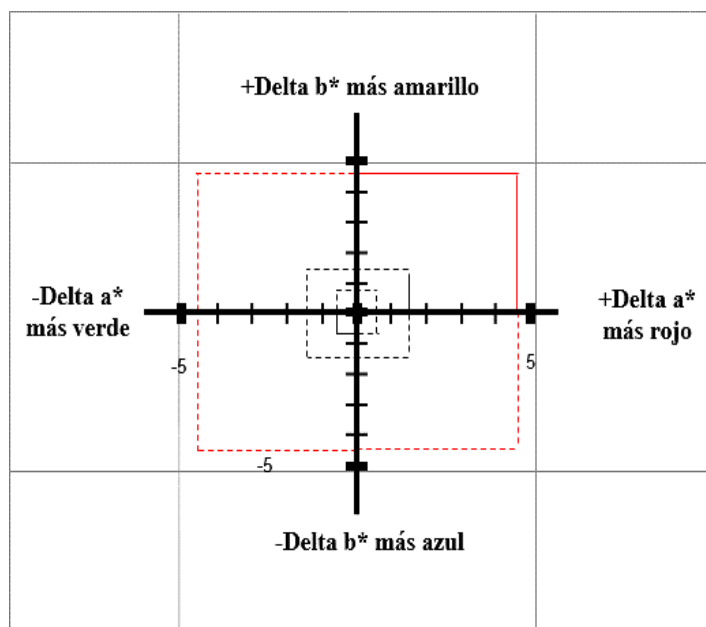


Figura 2. Resultados de análisis de colorimetría CieLab

CONCLUSIONES

La obtención de pigmentos aislados de remolacha (*Beta vulgaris*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) mediante el método Soxhlet y utilizando como solvente una solución acidificada de etanol se constituye en el proceso adecuado al momento de extraer pigmentos naturales. Los pigmentos naturales obtenidos de la remolacha y zapallo se aplicaron en los botones de cerdo con diferentes formulaciones, donde se observó que al adicionarlos se logra obtener resultados óptimos y se pueden aplicar en varios productos alimenticios sin alterar el sabor y manteniendo la calidad en lo que al color y contenido microbiológico respecta. Así mismo, se comprobó un cambio de coloración en las diferentes formulaciones de botones de cerdo, sin embargo, mediante la prueba de colorimetría de acuerdo a los valores obtenidos de la tolerancia de color, se acepta el t2 (1.5ml r /1ml z) en conjunto con la diferencia de la caja de tolerancia arrojando un valor $\Delta E = 4,00$; $l = 1,43$; $a = 4,08$; $b = -0,50$ indicando el límite estándar para la coloración obtenida de nuestra investigación el cual fue considerado como el mejor producto, por lo cual podemos determinar que la remolacha y el zapallo son una buena fuente de alternativa para aplicarlos en alimentos para dar un color atractivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, V.; Valdés, B.; Chávez, M.; & González, A. (2016). Producción de pigmentos por *Monascus* spp. en medio sólido empleando residuos agroindustriales. *Investigación y Ciencia*, 24(69), 89-95.
- Ayala, B.; López, M.; & Espinoza, R. (2017). Efecto de la adición de chíá sobre las características sensoriales, fisicoquímicas y rendimiento de la mortadela. *Industrial data*, 20(1), 111-115.
- Castañón, S.; González, G.; Redondo, A.; & Pusey, J. (2019). Viabilidad de los microorganismos probióticos mediante la elaboración de un producto cárnico fermentado tipo salami. *Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar*, 1(17).
- Chareonthaikij, P., Uan-On, T.; & Prinyawiwatkul, W. (2016). Efectos de la fibra de orujo de piña sobre las propiedades fisicoquímicas de la harina y masa compuestas, y la aceptación por parte del consumidor del pan de trigo enriquecido con fibra. *Revista internacional de ciencia y tecnología de los alimentos*, 51 (5), 1120–1129. doi: 10.1111 / ijfs.13072

- Chen, J.; Zhao, Q.; Wang, L.; Zha, S.; Zhang, L.; & Zhao, B. (2015). Physicochemical and functional properties of dietary fiber from maca (*Lepidium meyenii Walp.*) liquor residue. *Carbohydrate Polymers*, 132, 509-512.
- Cerezal, P.; Morales, J.; Palma, J.; Ruiz, M.; & Jáuregui, M. (2019). Stability of Lutein Obtained from *Muriellopsis sp* biomass and used as a natural colorant and antioxidant in a mayonnaise-like dressing sauce. *CyTA-Journal of Food*, 17(1), 517-526.
- Cuesta, A. (2018). *Obtención de colorantes naturales a partir de espinaca, berro, y brócoli para uso alimenticio*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. ESPOCH.
- Gámez, C. (2017). Aprovechamiento de derivados de tomate, como fuente de licopeno, en productos cárnicos tradicionales y tratados con radiaciones ionizantes. Universidad Complutense de Madrid.
- ISO. (2006). Sensory analysis–Methodology–Ranking. *EN ISO*, 8587, 2006.
- ISO (2014). Análisis sensorial. Metodología. Guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en una zona controlada. ISO 11136.
- InfoStat versión 2018 (Statistical Graphics, Argentina).
- Joshi, A. U., Liu, C., et al., Sathe, S. K. (2015). Functional properties of select seed flours. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 325-331.
- López, A. (2019). Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de camote (*Ipomoea batatas*), harina de zapallo (*Curcubita maxima*) y harina de oca (*Oxalis tuberosa*). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- Navarrete, C.; Araujo, M.; Iturralde, C.; El Salous, A.; Gamboa, A.; & Velasquez, I. (2019). Efecto de la harina de remolacha (*Beta vulgaris var. conditiva*) en el contenido nutricional del pan. *Revista Científica Ciencia y tecnología*, 18(20).
- NTE INEN (2011). Carne y productos cárnicos. Requisito 056. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN.
- NTE INEN (2013). Harinas de origen vegetal. Requisito 517. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN.
- NTE INEN (2012). Carne y productos cárnicos. Revisión Norma Técnica Ecuatoriana. 1338

- Osorio, R.; Molina, R.; Hernández, S.; Valencia, S.; Vargas, L. (2019). Análisis instrumental y sensorial de un chorizo tipo antioqueño formulado con un sustituto graso. *Informador técnico*, 83(2), 103-111
- Pabon Blanco, M., Pinilla, Y., et al., Angela, F. (2018). Evaluación de características organolépticas en chorizos precocidos sustituyendo los nitritos y nitratos por rama de apio (*Apium graveolens*) como conservante. Universidad Industrial de Santander, Instituto De Educacion A Distancia, INSED.
- Ramírez, E.; & Villa, F. (2015). Obtaining pumpkin flour by the drying process of food. *Revista Ventana Científica*, 5, 2.
- Rojas, C.; Vásquez, R.; Paz, P.; Espejo, E.; Valdivia, S.; & Pinna, J. (2018). Desarrollo de la " remolacha azucarera" y de la " remolacha forrajera" *Beta vulgaris* L.(Amaranthaceae) sembradas directamente en zonas altoandinas del norte del Perú. *Arnaldoa*, 25(3), 989-1002
- Romero, A., & Alvarado, V. (2018). Evaluación de la sustitución de grasa por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/166
- Ruiz, R.; & Nader, F. (2014). Diseño de alimentos novedosos a base de fenogreco. valoración nutricional, características organolépticas, aceptabilidad y satisfacción. *Actualización en Nutrición*, 15(2), 40-50.