

Evaluación sensorial de un salami con extracto de un colorante en base de Ayrampo (*Opuntia soehrensii*)

*Sensory evaluation of a salami with extract of a colorant based on Ayrampo (*Opuntia soehrensii*)*

 Luis Taramona-Ruiz  Valeria Quispe-Wong  Maribel Huatuco-Lozano

luis.taramona@ulcb.edu.pe 

Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

Recibido: 14/10/2023

Revisado: 23/11/2023

Aceptado: 20/12/2023

Publicado: 02/01/2024

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la elaboración de un salami que contiene un colorante natural extraído de las semillas de ayrampo (*Opuntia soehrensii*), empleando un extracto de este producto natural a distintos niveles de concentración y usando como criterios de aceptación las características microbiológicas y sensoriales del producto final. Inicialmente se realizó una caracterización fisicoquímica de las semillas, lo que mostró el alto valor nutritivo de este producto natural y su poder antioxidante. En un experimento dirigido a determinar el efecto de la concentración del extracto de semilla de ayrampo en la calidad del salami, se demostró que para concentraciones de extracto entre 150 y 250 g/L de agua en la masa cárnica, no existen diferencias significativas en cuanto a las características de olor, color, sabor y apariencia del producto final. Esto se probó sensorialmente a través de una escala hedónica de 9 puntos y luego del procesamiento estadístico de los datos, que incluyó un análisis de varianza realizado con el empleo del software STATGRAPHICS Centurión XVI. También se confirmó, a través de las pruebas microbiológicas sustentadas en la norma sanitaria NTS N° 71/MINSA, que el producto final es apto para consumo humano.

Palabras clave: Colorante natural, ayrampo, colorante carmín.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the elaboration of a salami that contains a natural colorant extracted from the seeds of ayrampo (*Opuntia soehrensii*), using an extract of this natural product at different concentration levels and using microbiological and sensorial characteristics as acceptance criteria of the final product. Initially, a physicochemical characterization of the seeds was carried out, which showed the high nutritional value of this natural product and its antioxidant power. In an experiment aimed at determining the effect of the concentration of the ayrampo seed extract on the quality of salami, it was shown that for extract concentrations between 150 and 250 g / L of water in the meat mass, there are no significant differences in terms of the characteristics of smell, color, taste and appearance of the final pro-



duct. This was sensory tested through a 9-point hedonic scale and after statistical processing of the data, which included an analysis of variance carried out using the STATGRAPHICS Centurión XVI software. It was also confirmed, through microbiological tests supported by the NTS N° 71/MINSA sanitary standard, that the final product is suitable for human consumption.

Keyword: Natural coloring, ayrampo, carmine coloring.

INTRODUCCIÓN

Los agentes aromatizantes y colorantes derivan de vegetales, animales o sintéticos; son usados en alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, cosméticos, proyectos artesanales, entre otros. Los saborizantes aportan sabor, mientras que los condimentos y colorantes proporcionan colores externos, bien sea, solos o combinados con otros ingredientes, mediante reacciones químicas. El uso de colorantes se remonta desde el año 1500 A.C. en Egipto, por ejemplo, tinte púrpura de Tiro (extracto de pequeños caracoles) (Ramesh y Muthuraman, 2018).

Los colorantes se clasifican en naturales y artificiales; los naturales tienen propiedades nutricionales medicinales, como antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y antiobesidad; mientras que, los artificiales a pesar de que son económicos, atractivos para los sentidos, estables con el tiempo e independiente del ciclo agrícola de las temporadas de cosecha de plantas, presentan potenciales riesgos para la salud como alergias, trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y crónicas como cáncer (Ramesh y Muthuraman, 2018).

Debido a que en los últimos años existe preocupación sobre estas consecuencias negativas para la salud de los colo-

rantes artificiales, relacionadas con su elevado consumo, existe una tendencia creciente a sustituir estos colorantes sintéticos por tintes y pigmentos naturales.

Los pigmentos naturales son productos de vegetales, muy inestables y se degradan rápidamente en el proceso de elaboración de alimentos, por lo que se considera una limitación para su aplicación; así mismo, el uso de los sintéticos es necesario controlar su uso por sus efectos adversos (Vinha *et al.*, 2018).

El color es el primer atributo que observa el consumidor al elegir un alimento, por lo que es referente en cuanto a calidad, principalmente para carne y productos cárnicos. Uno de los colorantes naturales más utilizados en estos productos es el ácido carmínico (Ongaratto *et al.*, 2021 y Restrepo *et al.*, 2023).

El ácido carmínico (CA) o colorante carmín se deriva de los cuerpos secos de insectos de la cochinilla hembra (*Dactylopius coccus*). Desde el punto de vista químico, es un β -C-glicopiranosil derivado de antraquinona en su forma antraciclina. Sus propiedades cromogénicas se relacionan con el número y la posición de grupos -OH en la estructura; es aprobado para su uso como colorante de alimento rosa/rojo en varios países y por legislaciones internacionales, tales como la Organización para la Agricultura y la Alimentación

(FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS) y Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) (Szadkowski *et al.*, 2022).

Este colorante da el color rojo, rosado y marrón a productos, tales como dulces, yogur, helados de crema, bebidas, medicamentos y cosméticos (Ramesh y Muthuraman, 2018 y Takeo *et al.*, 2018). A pesar de que, el colorante carmín es ampliamente usado en la industria cárnica, existe una tendencia marcada de evitar su uso entre los consumidores; en consecuencia, la industria alimentaria continúa en la búsqueda de otras opciones naturales derivadas de plantas como colorantes.

El ayrampo (*Opuntia soehrensii* Brett), es una especie silvestre originaria de los andes peruanos y familia de las cactaceae, cuyos frutos de color rojo son utilizados para dar color a postres y refrescos, contienen una betalaína del grupo de las betacianinas (Huarinaga, 2014), y ha ido ganando en popularidad ya que su pigmento es más aceptable organolépticamente que el de las remolachas y posee un elevado potencial en propiedades antioxidantes y colorante (Carpio y Portugal, 2014).

Algunos de los pigmentos más comunes de las plantas incluyen clorofilas, carotenoides (carotenos, xantofilas), betalaínas (betaxantina, betacianina) y flavonoides (calconas, antocianinas, flavonoles), que tiene gran distribución y es de fácil obtención (Vinha *et al.*, 2018).

Las betalaínas se relacionan con las antocianinas y son sustitutos de pigmentos de antocianina. Es un colorante glucosídico alimentario rojo derivado de remolacha, se utiliza en productos lácteos congelados, productos cárnicos y helados; se degrada en pre-

sencia de luz, calor u oxígeno. También actúa como antioxidante. Otras fuentes de betaninas son cactus opuntia, acelga y amaranto o kiwicha (Ramesh y Muthuraman, 2018).

En los productos cárnicos se requiere evaluar los efectos que tendría el uso de colorantes en la inocuidad del producto final, por lo que se deben realizar análisis microbiológicos y sensoriales como criterios para la validación.

A pesar del amplio uso del ayrampo como colorante, es necesario conocer el proceso de obtención como agregado para el salami y darle el color característico, para que cumpla con las expectativas del mercado y que garantice la inocuidad del alimento. Por lo antes expuesto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la elaboración de un salami que contenga diferentes concentraciones del extracto de las semillas del ayrampo, usando como criterios de aceptación el análisis microbiológico y sensoriales del producto final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el uso del ayrampo en el proceso de elaboración del salami se desarrolló una investigación que consta de tres etapas consecutivas en este orden: (1) Caracterización del ayrampo, (2) preparación el salami y (3) características del producto final.

Desarrollo de la etapa 1.

Caracterización del ayrampo

Para la caracterización se realizaron pruebas fisicoquímicas a las semillas de ayrampo en el Instituto de Certificación, Inspección y Ensayo “La Molina Calidad Total. Laboratorios Universidad Nacional Agraria La Molina”. Para este fin se utili-

zó una muestra de 1 003,7 g de semillas de ayrampo procedentes de la ciudad de Cusco, mercado San Pedro, Cascaparo. Los ensayos se dirigieron a la determinación de cenizas totales, grasa cruda, humedad, proteína cruda, carbohidratos, energía total y su procedencia, así como el contenido de

antocianinas y capacidad antioxidante.

Desarrollo de la etapa 2.

Preparación del salami

En esta etapa se realizó el proceso de elaboración de salami con colorante de ayrampo siguiendo el procedimiento de la figura 1.

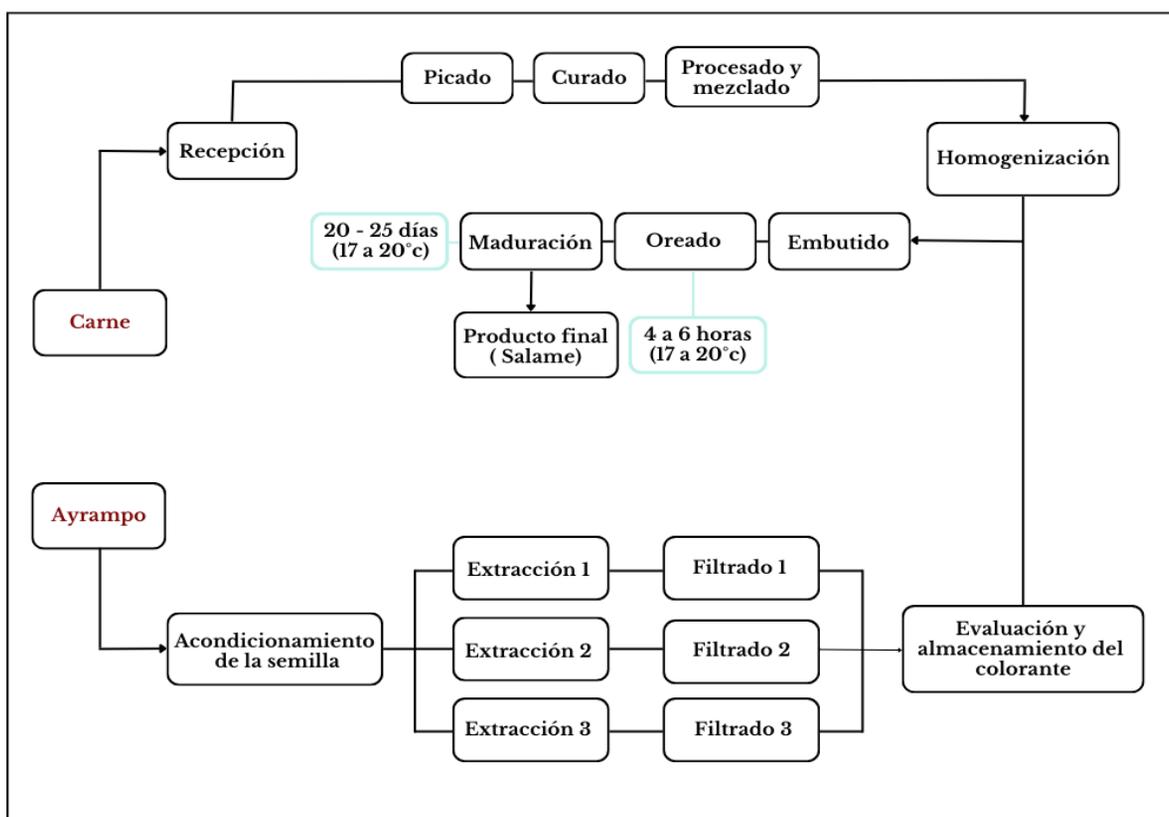


Figura 1. Esquema del proceso experimental de elaboración de salami con colorante de ayrampo

Se usó como materia prima, carne magra de cerdo y res en igual proporción, que fue congelada por un día y luego se cortó en trozos de 2 x 2 cm. El proceso de curado se realizó a una temperatura de 3 °C durante 24 horas usando sal de nitró (KNO₃). Se troceó la carne con una máquina moladora para obtener trozos con un diámetro de 4 a 6 mm, se hizo lo mismo con la grasa previamente congelada, para conseguir un grosor de 3 mm. Luego se mez-

cló la carne con la grasa y los condimentos para añadir sabor al producto. Además de sal y azúcar, como condimentos también se añadieron ajos, Whisky y Pimienta negra molida. Las proporciones de los insumos para la elaboración del salami y el curado de la carne se muestran en la tabla 1. Las cantidades de los insumos están referidas a un Kg de carne procesada, compuesta por 500 g de carne de cerdo y 500 g de carne de res.

Tabla 1. Insumos para la elaboración del salami y el curado de la carne

Proceso	Insumo	Cantidades	UM
Elaboración del salami	Pimienta negra molida	10	g
	Sal (NaCl)	20	g
	Ajos	1	ud
	Azúcar	2	g
	Tripas naturales de cerdo	3	tiras de calibre 38-40
	Whisky Ballantines	10	ml
Curado de la carne	Carne	1	Kg
	Sal de nitro (KNO ₃)	0,6	g
	Sal	20	g
	Azúcar	4	g

El acondicionamiento de las semillas de ayrampo referido en la figura 2 se realizó a partir de la preparación de una mezcla de las semillas con agua en tres proporciones diferentes (150, 200 y 250 g/L de agua). La mezcla se dejó reposar por un tiempo de 2 minutos a una temperatura de 20 °C. Cada una de las tres proporciones anteriores constituye la base de un experimento que permitió evaluar la influencia de la concentración de ayrampo en las propiedades del producto final.

La extracción del colorante se realizó en una olla de acero inoxidable a una temperatura de 80 °C a fuego medio, por un tiempo de 15 minutos. Cada muestra fue reducida hasta el 50 %, es decir, la mitad del peso total de semillas y agua. Inmediatamente, se filtró a través de un colador de acero inoxidable de malla fina y como resultado se obtuvo el peso neto del extracto del colorante. De las soluciones de 150, 200 y 250 g/L de

agua se obtuvieron 42,5; 40,0 y 37,5 gramos de extracto del colorante respectivamente. A la masa cárnica preparada de 1 000 g de carne se le añadieron los condimentos, que en su conjunto ascendían a 128 g. Esta mezcla de 1 128 g se dividió en tres partes de 376 g. Cada una de estas partes se mezcló con los extractos de colorante de ayrampo preparados, constituyendo tres formulaciones diferentes (F1, F2 y F3) sobre la base de 376 g de masa cárnica condimentada, tal como se muestra en la tabla 2. Luego de homogenizada la mezcla para cada una de las formulaciones, se dejó reposar el producto por un tiempo de 20 minutos, con el fin de permitir que el colorante se incorporara equitativamente.

En esta etapa 2 se desarrolló un experimento con el objetivo de determinar el efecto de la concentración del colorante de ayrampo en la calidad del salami. El diseño experimental se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño experimental para evaluar el efecto del colorante en la calidad del salami

	F1	F2	F3
Concentración del extracto con colorante de ayrampo	11,3 % (42,5 g)	10,6 % (40,0 g)	9,97 % (37,5 g)
Masa cárnica para el salami	376 g	376 g	376 g

Los embutidos elaborados se sometieron a un proceso de oreado durante 6 horas, suspendidos en una cuerda, en un ambiente limpio y fresco a una temperatura entre 17 y 20 °C. En un ambiente similar tuvo lugar el proceso de maduración, a una temperatura entre 12 y 15 °C durante 25 días.

Desarrollo de la etapa 3. Características del producto final

Al concluir con el tiempo de maduración se observó que el producto había perdido el 25 % es decir de 376 g que fue el peso inicial de los salamis, quedaron finalmente 275 g en cada uno. En esta etapa 3 se determinaron los efectos del colorante en la calidad del salami.

Estado microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron para las tres formulaciones y con el propósito de asegurar la ausencia de elementos patógenos en el producto final, con los ensayos para detectar *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella* sp los cuales fueron realizados en el Instituto de Certificación, Inspección y Ensayo “La Molina Calidad Total, Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina” usando como referencia la norma del MINSA/DIGESA

(MINSA, 2008). Se utilizó una muestra de 274,3 g, que fue entregada al laboratorio en una bolsa sellada a temperatura ambiente.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó por medio de una escala hedónica de 9 puntos para la evaluación de las tres formulaciones de salami, en cuanto a las características del color, olor, sabor y apariencia.

Para este fin se instalaron cabinas de análisis sensorial en la Universidad Le Cordon Bleu de Perú, dotadas con un vaso descartable con agua, un lapicero, un cubierto tenedor para cada muestra, un pasante (se optó por galleta soda, ya que tiene un sabor neutral) y finalmente la hoja de prueba en la que el jurado calificaría el producto. El jurado estuvo formado por 30 alumnos que fueron semi entrenados previamente.

En la figura 2, se muestra el formato para la prueba sensorial para el parámetro de sabor según la escala hedónica de 9 puntos y para los parámetros de olor, color y apariencia se utilizó el mismo formato. Los códigos numéricos se refieren a cada una de las tres formulaciones definidas en la tabla 2.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN ESCALA HEDÓNICA

Nombre: Fecha:

INSTRUCCIONES: Frente a usted se presentan tres muestras de salame. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas de izquierda a derecha y marcar con un aspa (X) en el recuadro, el término que mejor refleje su actitud en cuanto al sabor.

	CARACTERISTICAS	código	código	código
		213	158	301
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta muchísimo			
3	Me disgusta moderadamente			
4	Me disgusta ligeramente			
5	Ni me gusta ni me disgusta			
6	Me gusta ligeramente			
7	Me gusta moderadamente			
8	Me gusta muchísimo			
9	me gusta extremadamente			

Comentarios:

Figura 2. Formato para la prueba de aceptación según escala hedónica de 9 puntos

El análisis sensorial fue sometida a un análisis de varianza bajo la hipótesis nula de que las formulaciones en cuanto al color, apariencia, olor y sabor son las mismas para cada formulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la Caracterización del ayrampo

La caracterización de las semillas del ayrampo, en el contexto de su evaluación como colorante, demuestran que este producto natural aporta no solo como colorante, sino también

por su alto valor nutritivo y su poder antioxidante, por lo cual es idóneo para sustituir colorantes tradicionales como el obtenido a partir de la cochinilla.

En la tabla 3 se muestra la composición de las semillas del ayrampo como resultado de los ensayos fisicoquímicos.

Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de las semillas del ayrampo

Ensayo	Resultado
Cenizas totales (g/100 g de muestra original)	4,4
Grasa cruda (g/100 g de muestra original)	7,8
Humedad (g/100 g de muestra original)	9,5
Proteína cruda (g/100 g de muestra original)	6,2
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	72,1
Energía Total (g/100 g de muestra original)	383,4
% kcal. Proveniente de carbohidratos	75,2
% kcal. Proveniente de grasa	18,3
% kcal. Proveniente de proteínas	6,5
Antocianinas Totales (mg/100 g de muestra original)	75,1
Capacidad Antioxidante (U mol Troxol/100 g de muestra original)	1 024,6

Estos resultados demuestran que las semillas de ayrampo son altamente nutritivas y muy ricas en carbohidratos. El contenido de proteínas es aceptable y poseen alto valor como agente antioxidante. Esta composición es comparable con la de otros colorantes. La composición de la cochinilla, un colorante tradicionalmente utilizado en alimentos, se muestra en la tabla 4.

Tal como se menciona, Jorge y Troncoso (2016), en su investigación refiere que la capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, tales como los polifenoles, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico y otros, los que tendrían un efecto sinérgico ante la capacidad antioxidante para el ayrampo.

Tabla 4. Composición química de la cochinilla

Componentes	Rango (%)
Ácido carmínico	9 – 25 %
Grasas	6 - 10 %
Ceras	0,5 – 2 %
Agua	10– 20 %
Sustancias nitrogenadas	15 – 30 %
No determinadas	8 %

Fuente: (Ortega, 2011)

En la tabla 5 se muestra los análisis microbiológico del producto final, salami elaborado usando el colorante a bases de semilla de ayrampo para las tres formulaciones, es apto para el consumo humano

al ser verificado según los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano establecidos en la norma sanitaria NTS N° 71/MINSA (MINSA, 2008).

Tabla 5. Resultado del ensayo microbiológico del producto final (Salami con colorante)

Ensayo	Resultado (para las tres formulaciones)
1. N. de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/g).	< 3
2. N. de <i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g)	< 10 Estimado
3. D. de <i>Salmonella</i> sp.(en 25g)	Ausencia

En la tabla 6 se muestran los porcentajes del análisis sensorial en cuanto a color, apariencia, olor y sabor. Se aprecia que, más del 65 % de los resultados se ubican entre las calificaciones de “Me gusta moderadamente y “Ni me gusta ni me disgusta”. Este resultado se considera aceptable desde el punto de vista estadístico, así como aceptable

el producto para su producción industrial. Son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogur, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, bebidas y cervezas, entre otros (Tanya y Leyva, 2019).

Tabla 6. Porcentaje de aceptación del análisis sensorial, para los atributos: color, apariencia, sabor y olor del salami elaborado usando el colorante a bases de semilla de ayrampo

Criterios Sensoriales	Atributos del Análisis Sensorial			
	Color	Apariencia	Sabor	Olor
	(%)	(%)	(%)	(%)
Me gusta extremadamente	0	0	0	0
Me gusta muchísimo	0	3	3	0
Me gusta moderadamente	17	23	17	27
Me gusta ligeramente	23	23	33	30
Ni me gusta ni me disgusta	27	20	17	13
Me disgusta Ligeramente	13	17	7	17
Me disgusta moderadamente	17	10	7	13
Me disgusta muchísimo	0	3	3	0
Me disgusta extremadamente	3	0	0	0

Para demostrar la distribución de la aceptabilidad, se determinaron los estadígrafos descriptivos; como se muestra en la tabla 7, donde se observa que las medias muestrales tienen una distribución uniforme, lo cual

permite asumir que los resultados de las pruebas de aceptación son similares. También se observa que los rangos promedios de los niveles de aceptación para las cuatro características presentan respuestas similares.

Tabla 7. Estadígrafos descriptivos del análisis sensorial

Características	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Rango promedio
Color	5,30	1,622	1	9	2,58
Apariencia	5,33	1,516	2	8	2,68
Olor	5,40	1,404	3	7	2,53
Sabor	4,63	2,484	0	8	2,20

Tabla 8. Resumen del resultado del análisis de varianza para el producto final

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las Formulaciones en cuanto color, apariencia, olor y sabor son iguales	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,401	Retener la hipótesis nula

La prueba de Friedman utilizada para este tipo de ensayo y realizada empleando el software STATGRAPHICS Centurión XVIII, muestra como resultado una significancia de $0,401 > 0,05$ (máximo valor de aceptación) lo cual permite aceptar la hipótesis nula, o sea, se acepta que los parámetros de color, olor, sabor y apariencia son las mismas en las formulaciones.

A partir de los resultados de los estadígrafos descriptivos y el análisis de varianza mostrados en la tablas 7 y 8 respectivamente, se puede inferir que los niveles de aceptación para las tres muestras de acuerdo a las características de estudio presentan respuestas similares, por tal motivo, se considera preciso seleccionar al salami de 150 g/L de concentración del extracto de colorante de ayrampo, ya que el costo de su elaboración es el más accesible al ser la formulación que requiere la menor cantidad de colorante. Los resultados de ese experimento, unido a la caracterización del Ayrampo como colorante realizado en este trabajo, permiten proponer la

sustitución del colorante carmín por el colorante obtenido con extracto de semillas de Ayrampo.

CONCLUSIONES

El extracto de semillas de ayrampo tiene un alto valor nutricional y poder antioxidante, puede ser empleado en sustitución del colorante carmín para la elaboración de salami. Se confirma que este producto cárnico, al ser elaborado empleando ayrampo como colorante, es apto para el consumo humano, verificado según los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, establecidos en la norma sanitaria NTS N° 71/MINSA. A partir del análisis sensorial se demuestra que el salami elaborado presenta una aceptabilidad moderada. También se comprueba que no existen diferencias significativas en las preparaciones realizadas entre 9,97 y 11,3 % peso del extracto de colorante en la masa cárnica en cuanto a las características olor, color, sabor y apariencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benites, H., (2015). Comparación de los solventes agua y etanol en la extracción de betalainas a partir de las brácteas de Buganvilla (*Bougainvillea glabra* Ch.) [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1225>
- Carpio, Y., y Portugal, J. (2014). Determinación de parámetros tecnológicos para la obtención de un colorante natural de Ayrampo (*Opuntia soehrensii*) y su aplicación en la obtención de un alimento a base de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3931>

- Huaranga, M., (2014). Evaluación de betaninas y actividad antioxidante en pulpa concentrada de tuna (*Opuntia ficus indica*) ecotipo morado [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1948>
- MINSA. (2008). NTS N° 71MINSA/DIGESA-V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima, Perú: El peruano.
- Jorge, P., y Troncoso, L. (2016). Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna). *Anales De La Facultad De Medicina*, 77(2), 105–109. <https://doi.org/10.15381/anales.v77i2.11812>
- Ongaratto, G., Oro, G., Kalschne, D., Cursino, A., y Canan, C. (2021). Cochineal carmine adsorbed on layered zinc hydroxide salt applied on mortadella to improve color stability. *Current Research in Food Science*, 4, 758-764. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.10.006>
- Ortega, V. (2011). Comparación del rendimiento del ácido carmínico entre dos procesos de deshidratación de la cochinilla de tunas cultivadas en guano. <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/1580/1/56T00261.pdf>.
- Orozco, E. (2016). *Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de Remolacha (*Beta vulgaris*) y Sangorache (*Amaranthus quitensis L.*) como remplazo al colorante artificial* [Tesis de bachiller, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3059>
- Ramesh, M., y Muthuraman, A. (2018). Flavoring and Coloring Agents: Health Risks and Potential Problems. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*, 1–28. doi:10.1016/b978-0-12-811518-3.00001-6
- Restrepo, M., Ospina, J., Londoño-Hernández, L., y Restrepo, R. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. *Temas Agrarios*, 28(1), 69-81. <https://doi.org/10.21897/rta.v28i1.3200>
- Szadkowski, B., Maniukiewicz, W., Rybinski, P., Beyou, E., y Marzec, A. (2022). Bio-friendly stable organic-inorganic hybrid pigments based on carminic acid and porous minerals: acid/base allochromic behavior and UV-stabilizing effects on ethylene-norbornene copolymer matrix. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10 (5),108268. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108268>

- Takeo, N., Nakamura, M., Nakayama, S., Okamoto, O., Sugimoto, N., Sugiura, S., Sato, N., Harada, S., Yamaguchi, M., Mitsui, N., Kubota, Y., Suzuki, K., Terada, M., Nagai, A., Sowa-Osako, J., Hatano, Y., Akiyama, H., Yagami, A., Fujiwara, S., y Matsunaga, K. (2018). Cochineal dye-induced immediate allergy: Review of Japanese cases and proposed new diagnostic chart. *Allergology International*, 67 (4), 496-505, <https://doi.org/10.1016/j.alit.2018.02.012>
- Tanya, M., y Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. <http://v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Vinha, A., Rodrigues, F., Nunes, M., y Oliveira, M. (2018). Natural pigments and colorants in foods and beverages. Polyphenols: *Properties, Recovery, and Applications*, 363–391. doi:10.1016/b978-0-12-813572-3.00011-7