

Evaluación del efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. y dos tipos de empaque, sobre carne molida

Mary Isabel Trujillo Insuasti

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. y dos tipos de empaque, sobre carne molida

Proyecto especial de graduación ha presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mary Isabel Trujillo Insuasti

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Estudio del efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. y dos tipos de empaque, sobre carne molida

Mary Isabel Trujillo Insuasti

RESUMEN: La tendencia por lo natural va en aumento, es por eso que la ciencia ha concentrado sus esfuerzos en descubrir y potenciar las bondades que poseen los vegetales. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto que provoca la adición de extracto etanólico de cúrcuma sobre las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la carne molida de res súper de Zamorano, empleando dos tipos de empaques. Se realizó un diseño de Bloque Completos al Azar con: tres repeticiones; cuatro medidas repetidas; con un arreglo factorial. Se probaron dos niveles de extracto: 0% y 1.33% aplicados sobre carne molida de res en dos tipos de empaques: poliestireno expandido con una capa flexible de cloruro de polivinilo y una funda de poliamida. El extracto etanólico de cúrcuma no mostró un efecto antimicrobiano sobre bacterias mesófilas aerobias ni enterobacterias. El tipo de empaque y la adición del extracto no afectaron el pH de la carne. La oleorresina evitó la oxidación de la mioglobina, lo que incrementó la intensidad del color rojo de la carne. Sin embargo, no fue aceptado sensorialmente por los panelistas por lo que para futuros estudios se recomienda emplear un ingrediente para enmascarar el sabor de la cúrcuma.

Palabras clave: Antimicrobial, antioxidante, biopreservación, curcumina, oleorresina.

Abstract: The natural trend is increasing, for this reason science has concentrated its efforts to discover and enhance the benefits that vegetables have. The aim of this study was to evaluate the impact caused by the addition of ethanol extract of Turmeric on the physico-chemical, microbiological and sensory properties of premium ground beef brand Zamorano, using two types of packaging. Complete Block design was random with 3 repetitions; 4 repeated measures; with a factorial arrangement. Two levels of extract were tested 1.33% 0% applied on ground beef in two types of packaging: expanded polystyrene (EPS) with a flexible layer of polyvinyl chloride and a polyamide casing. The ethanol extract of Turmeric didn't show antimicrobial effect again on aerobic mesophilic bacteria and enterobacterias. The type of packaging and adding the extract did not affect the pH of the meat. The extract prevented the oxidation of myoglobin, which increased the intensity of the red color of meat. However the panelists did not sensorially accept it. For future studies, we recommend using an ingredient to mask the taste of Turmeric.

Key words: Antimicrobial, antioxidant, biopreservation, curcumin, oleorresin.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	19
5. RECOMENDACIONES	20
6. LITERATURA CITADA.....	21
7. ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros

	Página
1. Descripción de los tratamientos para carne molida súper Zamorano.....	4
2. Composición de carne molida de res súper Zamorano.....	5
3. Resultados del conteo de bacterias mesófilas aerobias (BMA).....	7
4. Resultados del conteo de enterobacterias.	9
5. Comportamiento de pH en carne molida de res.	9
6. Valores de luminosidad para carne molida.	11
7. Valores de la variable a* en análisis físico de color.....	12
8. Valores de la variable b* en análisis físico de color.	13
9. Resultados de la evaluación sensorial de color.	14
10. Resultados de la evaluación sensorial de olor.	15
11. Resultados de la evaluación sensorial de sabor.....	16
12. Resultados de la evaluación sensorial de textura.	16
13. Resultados de la evaluación sensorial de aceptación general.....	17

Figura

	Página
14. Muestras preferidas por los panelistas evaluadas en porcentaje.	18

Anexos

	Página
15. Hoja de evaluación sensorial utilizada en el estudio.	25
16. Modelo lineal general para bacterias mesófilas aerobias.	26
17. Modelo lineal general para enterobacterias.	27
18. Modelo lineal general para pH.	27
19. Modelo lineal general para los valores de luminosidad.	28
20. Modelo lineal general para los valores de la variable a*.....	28
21. Modelo lineal general para los valores de la variable b*.	29
22. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de color.....	30
23. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de olor.	31
24. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de textura.....	32
25. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de sabor.	33
26. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de aceptación general.	34
27. Modelo de frecuencia para la evaluación sensorial de preferencia.	35
28. Prueba de chi cuadrado para la evaluación sensorial de preferencia.....	35

1. INTRODUCCIÓN

La carne molida por ser un producto cárnico fresco, posee una vida de anaquel reducida ya que al encontrarse en su estado natural no posee preservantes (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2011). Por su composición, la carne es un sustrato idóneo para la proliferación de bacterias deterioradoras que afectan gradualmente su calidad organoléptica, haciéndola inaceptable para el consumidor en aproximadamente tres días. Ciertos factores como: la temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes, oxido-reducción influyen de manera directa sobre el crecimiento bacteriano. Estos microorganismos utilizan los aminoácidos como fuente de energía produciendo así compuestos volátiles que son los responsables de los olores desagradables. En carnes almacenadas a 4 °C las bacterias que comúnmente causan descomposición son las aerobias Gram-negativas, dentro de este grupo las especies que predominan son las *Pseudomonas* y con menor incidencia se encuentran las bacterias psicrótrofas de la familia Enterobacteriaceae (Hui 2001). Algunos géneros enteropatógenos que pertenecen a esta familia son: *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*, además se encuentran los géneros oportunistas como: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus* y *Serratia* que son capaces de producir factores de virulencia importantes como endotoxinas. Las enterobacterias y las bacterias coliformes son los microorganismos empleados como indicadores, sin embargo, la familia Enterobacteriaceae abarca un grupo más amplio de enteropatógenos que se puede detectar de una manera fácil y rápida (Molleda 2016).

Las especias se definen como compuestos vegetales aromáticos que tienen una función significativa sobre la condimentación de los alimentos más que nutritiva. Las especias se pueden obtener de cualquier parte de la planta: hoja, raíz, capullo, corteza, flores o frutos y se caracterizan por tener un alto contenido de aceites. Algunas de ellas: poseen un sabor picante, pueden ser colorantes, incrementar el apetito o mejorar la digestión de los alimentos (Hui 2001). Las especias se han venido empleando en la preservación de alimentos desde siglos pasados en países asiáticos, a partir del siglo XX varios estudios se han enfocado en la investigación de extractos de especias y sus aceites esenciales para analizar sus compuestos que proveen la acción antimicrobiana sobre los alimentos (Hirasa y Takemasa 2002)

Las especias pueden tener varios efectos al ser aplicadas en los alimentos, ya que además de aportar sabor, olor y color pueden tener un efecto antioxidante, antifúngico, farmacéutico o nutricional. Las especias contribuyen notablemente a retardar la descomposición de los alimentos pues cabe destacar que reduce la carga microbiana más no la elimina totalmente. Según la literatura, el número de especias usadas en alimentos va en aumento. Se han realizado estudios sobre la actividad antimicrobiana (Hui 2001)

Los dos tipos de extractos de especias más valiosos son: los aceites volátiles y las oleorresinas. Comúnmente son usados por conveniencia ya que presentan una mayor eficiencia (menos tiempo) al momento de ceder sus propiedades al alimento en el que se aplican. Las oleorresinas están compuestas de: aceites esenciales, resinas solubles y otras sustancias que se encuentran naturalmente en la especia. Generalmente las oleorresinas son muy viscosas por lo que se mezclan con propilenglicol para darle fluidez o a su vez con sal o dextrosa que gracias a sus cristales permiten una dispersión homogénea. Los extractos deben ser almacenados en un lugar seco, oscuro y en refrigeración para evitar la oxidación de los pigmentos. Además, se debe tener en cuenta que los extractos son considerados microbiológicamente estériles (Tainter *et al.* 1996; Hui 2001).

La mayoría de estudios realizados sobre la propiedad antimicrobiana de las especias, atribuyen su efecto a los componentes principales de sus aceites esenciales, por lo que ciertos autores sugieren separar e identificar químicamente los compuestos activos. Algunos investigadores opinan que los compuestos fenólicos son los responsables de la inhibición del crecimiento microbiano. Otros científicos sugieren que el núcleo aromático que contiene un grupo funcional polar es el promotor de la actividad antimicrobiana (Tainter *et al.* 1996).

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una especia legendaria de origen asiático que posee propiedades: curativas, antibacterianas y antifúngicas (Ravindran *et al.* 2007). La constituyen los rizomas de una planta que pertenece a la familia *Zingiberaceae* (jengibre). Es considerada como un colorante por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y como una especia por la Asociación Americana de Negocios de Especias (ASTA). La cúrcuma se caracteriza por tener un aroma picante, mohoso y amargo (Hirasa y Takemasa 2002).

La curcumina es el compuesto que le otorga el color naranja-amarillo característico de esta especia, como mínimo se acepta un 5% de curcuminas en el polvo de cúrcuma. La oleorresina de esta especia posee: materia colorante, aceites grasos y volátiles y los componentes del sabor amargo (Stankovic 2004). Comercialmente la mezclan con sustancias como: aceite vegetal, polisorbato 80, propilenglicol y glicéridos de ácidos grasos o lecitina y mono y diglicéridos. Esta combinación facilita la dispersión de la oleorresina en aceite o en agua y la solubilización en agua o en salmuera. El material colorante está compuesto además por: desmetoxicurcumina y bis-desmetoxicurcumina (figura 1) (Tainter *et al.* 1996). Cabe destacar que las curcuminas son tolerables en dosis altas, sin causar ningún efecto tóxico (Chattopadhyay *et al.* 2004).

Los pigmentos de esta especia presentan sensibilidad al cambio de pH, debido a que posee ceto-enol en su estructura lo que provoca su inestabilidad. Se ha determinado que a un bajo pH adquieren una coloración rojo-amarillenta, mientras que a un pH elevado se torna rojo-marrón. El color presentará variaciones respecto al pH y al solvente que se use para su extracción (Selvam *et al.* 2015). Esta especia posee fotosensibilidad por lo que pierde color al encontrarse expuesta a la luz. Generalmente posee un 4% de humedad, no llega al límite del 10 % establecido por el ASTA (Tainter *et al.* 1996).

Desde hace décadas, se han realizado estudios científicos sobre los extractos de este rizoma. Uno de ellos detalla los componentes bioactivos que posee, entre ellos: ácidos fenólicos, taninos y flavonoides (Nisar *et al.* 2015). El extracto etanólico ha sido sometido a ciertos análisis de laboratorio, uno de ellos comprueba la efectividad de su actividad antimicrobiana contra bacterias Gram negativas y Gram positivas, a través de una zona de inhibición considerable en un rango de 15-20 mm de diámetro (Kamble y Pavan 2015).

Se han realizado estudios en los que se compara la acción antibacterial de nanocurcumina (disuelta en agua) y curcumina (disuelta en dimetilsulfoxido). Los resultados, han demostrado que debido a su tamaño de partícula, a la nanocurcumina le es más fácil penetrar la pared celular de patógenos como: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*. Esto le permite tener un efecto inhibitorio de alto espectro que supera el efecto inhibitorio de la cúrcuma (Bhawana *et al.* 2011). Sin embargo, existe otro estudio en el que se afirma que la curcumina pura no mostró actividad antimicrobial contra *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* (Çıkrıkçı *et al.* 2008). La mayoría de estudios se han realizado *in vitro* y han arrojado resultados positivos en casi todos los casos. No obstante, existe muy poca información disponible sobre investigaciones realizadas *in vivo* sobre alimentos específicos.

Los datos obtenidos en este estudio serán aplicables únicamente en el alimento específico de estudio: carne molida de res. No podrán generalizarse a otros tipos de productos cárnicos, ya que poseen una composición y procesamiento distinto. Este estudio se enfocó en determinar la capacidad antimicrobiana que ejerce el extracto etanólico de *Curcuma longa* L. sobre carne molida súper Zamorano.

Para lo cual se propusieron los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. sobre la vida de anaquel de carne molida de res, a través de un análisis microbiológico y físico-químico (color y pH).
- Identificar las diferencias organolépticas que presenta la carne tratada en relación a la carne no tratada en cuanto a: color, olor, sabor y textura.
- Evaluar la aceptación por parte de los consumidores hacia la carne molida tratada.
- Conocer la influencia del empaque sobre las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la carne molida de res.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El extracto etanólico de *Curcuma longa* L. fue obtenido en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), donde además se realizó el análisis de color de la carne. La aplicación del tratamiento sobre carne molida súper se realizó en el Laboratorio de Investigación de la Planta de Cárnicos. Los análisis microbiológicos y el análisis de pH de la carne se realizaron en el laboratorio de Microbiología de Zamorano (LMAZ). El análisis sensorial de la carne molida control y con tratamiento, se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Todos los laboratorios mencionados anteriormente se encuentran ubicados en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada a 30 km de Tegucigalpa, en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Diseño experimental. El diseño experimental que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar (BCA), con: 3 repeticiones; 4 medidas repetidas en el tiempo a los días: cero, dos, cuatro y seis; y un arreglo factorial. Se utilizaron 2 niveles de extracto etanólico de cúrcuma: 0% y 1.33% que fueron aplicados sobre carne molida de res empacada en dos tipos de empaque: bandeja de poliestireno expandido con un película de cloruro de polivinilo y funda de poliamida (Cuadro 1). Se contó con un total de 48 unidades experimentales (UE).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para carne molida súper Zamorano.

Tratamiento	Descripción
CMB 0% C	Carne molida en bandeja control
CMB 1.33% C	Carne molida en bandeja con 1.33% de extracto etanólico de cúrcuma
CME 0% C	Carne molida embutida control
CME 1.33% C	Carne molida embutida con 1.33% de extracto etanólico de cúrcuma

Obtención del extracto. Para realizar la extracción de curcuminoides se usó la técnica de Soxtec (equipo análogo de Soxhlet) (Naz *et al.* 2010; Asimi *et al.* 2013). En un dedal de celulosa se pesó 1 g de Celite (funge como filtro de acuerdo a las especificaciones del equipo FOSS SOXTEC 2050) y 10 g de polvo de *Curcuma longa* L. marca Badia comprado en PriceSmart. Se usaron 80 ml de etanol al 99% como solvente (Hirasa y Takemasa 2002; Stankovic 2004). La temperatura a la que se realizó la extracción fue de 140 °C, el tiempo de ebullición fue de 20 min, el tiempo de ascenso fue de 40 minutos, el tiempo de recuperación fue de 10 minutos y la etapa estacionaria fue de 5 minutos. Posteriormente se evaporó el solvente en un rotoevaporador (Buchi Switzerland r-215) a una temperatura de 30 °C y a 50 rpm. Los extractos obtenidos fueron colocados en platos petri y almacenados en un congelador a -4 °C hasta su uso.

Aplicación del extracto sobre carne molida. Los componentes cárnicos de la carne molida súper se muestran en el cuadro 2. Las cantidades señaladas fueron las requeridas para obtener 4 kilogramos que se usaron para cada bloque.

Cuadro 2. Composición de carne molida de res súper Zamorano.

Componentes cárnicos	Cantidad (lb)
Carne de res 1 (10% grasa)	4.84
Carne de res 2 (40% grasa)	3.96

Fuente: Planta de Cárnicos Zamorano

Los dos tipos de carne se pesaron en la Balanza OHAUS Defender 3000 Xtreme W y luego se molieron en el molino Thompson Meat Machinery con un disco de 3/16 previamente lavados y desinfectados.

Para aplicar los tratamientos, dos lotes de carne molida fueron homogenizados con 0% (control) y 1.33% extracto en base a su peso (250 g) en un molino manual, posteriormente se colocaron en bandejas de poliestireno expandido (EPS) y fueron cubiertas con una película estirable de cloruro de polivinilo y se embutieron manualmente en una funda de poliamida, según el tratamiento (Cuadro 1). Los productos fueron almacenados en un cuarto frío a 4 °C.

Análisis microbiológico. Para realizar el análisis microbiológico, se pesaron 10 g de muestra de cada tratamiento en la balanza Fisher Science Education para luego diluirlos en 90 ml de Buffer de fosfatos. La mezcla se homogenizó durante 1 minuto en el digestor IUL Instruments Masticator. Se realizaron las diluciones 10^{-1} a 10^{-4} para enterobacterias y 10^{-2} a 10^{-5} para bacterias mesófilas aerobias, posteriormente se les agregó Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) y Agar Cuenta Estándar (ACE) respectivamente, se usó la técnica de vaciado en placa. Las muestras fueron incubadas en forma invertida en la incubadora Precision Thermo Scientific a 35 °C durante 24 horas para enterobacterias y durante 48 horas para bacterias mesófilas aerobias.

Análisis químico de pH. Se midió el pH de una porción representativa de 5 g de cada tratamiento. Para este análisis se utilizó el potenciómetro Thermo Scientific Orion 5 star con un electrodo tipo aguja de vidrio especial para carne.

Análisis físico de color. Los datos de color se obtuvieron a través del equipo Colorflex Hunter L a b. Para este análisis se tomó una muestra representativa de 5 g de cada tratamiento a los días: cero, dos, cuatro y seis.

Análisis sensorial. Para realizar el análisis sensorial, la norma establece que la cocción de carne molida se debe realizar a 62.8 °C por más de 3 minutos (USDA 2015). En este estudio por la disponibilidad de los utensilios, las muestras se cocieron a 80 °C durante 5 minutos, cumpliendo así con la norma. Las muestras se deben servir calientes a los panelistas (Dawson 1951), por lo que fueron colocadas en baño María. Las porciones de las muestras de 5 g aproximadamente fueron colocadas en bandejas con su respectiva codificación.

Se realizó una prueba hedónica de aceptabilidad y preferencia a un panel que estuvo conformado por 36 panelistas no entrenados (consumidores) para cada repetición y para cada medida repetida en el tiempo, sumando un total de 324 panelistas. Los atributos organolépticos que se evaluaron fueron: color, olor, textura y sabor, además se consideró la aceptación general de la muestra. Para esto se usó una escala de 1 a 9, siendo 1 la de menor aceptabilidad 9 la de mayor aceptabilidad. Al final el panelista colocó el código de su muestra preferida. Para el análisis se utilizó luz blanca.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos en los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales fueron evaluados con el programa Statistical Analysis Systems (SAS) versión 9.4 a través de un análisis de varianza (ANDEVA) con un modelo lineal general (GLM). Para evaluar el efecto tanto del empaque como del extracto sobre la carne molida a través del tiempo, se utilizó LSMEANS. Todos los datos fueron evaluados con un nivel de significancia de 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microbiológicos. El recuento de bacterias mesófilas aerobias refleja las condiciones sanitarias del alimento, así como las de la materia prima y la manipulación que recibió durante el proceso (Díaz *et al.* 2014). El desarrollo de estos microorganismos depende de la matriz alimenticia en la que se encuentren y se ve afectado por ciertos factores como: actividad de agua, pH y la composición atmosférica (Moll y Moll 2006).

Los conteos de bacterias mesófilas aerobias a los días: 0, 2 y 4 se encontraron dentro del límite permitido por la (Secretaría de salud, México 1995), que establece un máximo de 6.70 en Log₁₀ UFC/g (5 000 000 UFC/g) mientras que el día seis excedió este límite por lo que no fue apto para el consumo (Cuadro 3). A través del tiempo se identificaron diferencias en los conteos del día seis respecto a los conteos del día cero. Lo que indica que la adición del extracto de cúrcuma y el empaque no ejercieron efecto antimicrobiano en comparación con el control. Los microorganismos mostraron una fase de latencia, probablemente asociada a las condiciones de temperatura a las que se almacenó la carne (4 °C), ya que la temperatura óptima de crecimiento de las bacterias mesófilas aerobias es de 37 °C (Forsythe y Hayes 2002). A excepción de la carne molida embutida sin extracto al día dos, en la cual se observó un incremento significativo en el crecimiento microbiano; sin embargo, este recuento se redujo al día cuatro, lo que se atribuye a errores en la técnica de pipeteo o recuento.

Cuadro 3. Resultados del conteo de bacterias mesófilas aerobias (BMA).

Tratamiento	Bacterias Mesófilas Aerobias Log ₁₀ UFC/g			
	Día 0 (N.S)	Día 2(N.S)	Día 4 (N.S)	Día 6 (N.S)
CMB0 %C	5.95 ± 0.38 ^y	6.52 ± 1.06 ^{xy}	6.70 ± 0.26 ^{xy}	7.30 ± 0.68 ^x
CMB1.33 %C	5.51 ± 0.48 ^y	5.36 ± 1.24 ^y	6.13 ± 1.40 ^y	7.66 ± 1.09 ^x
CME0 %C	5.25 ± 0.86 ^y	6.66 ± 0.64 ^x	5.54 ± 0.79 ^y	7.57 ± 0.57 ^x
CME1.33 %C	5.58 ± 0.66 ^y	5.65 ± 0.64 ^y	5.89 ± 0.42 ^{xy}	6.80 ± 0.46 ^x
C.V (%)	10.37			

C.V: Coeficiente de variación.

N.S: No existe diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05).

^{x,y}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre días (P<0.05).

Estos resultados coinciden parcialmente con los resultados obtenidos por Gul y Bakht (2015) quienes comprobaron que el extracto metanólico de cúrcuma (1 y 2%) aplicado sobre una comida lista para consumir (papas, pollo deshuesado, masala, tomate y sal), envasada en tetra pack y almacenada a temperatura ambiente; no ejerció efecto antimicrobiano al día 15 en relación al día cero. Resultados similares fueron obtenidos por Cáceres (2008) en su estudio del extracto de romero y clavo de olor pues sus recuentos del día cuatro fueron significativamente mayores que los del día cero.

En este estudio no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que demuestra que el extracto de cúrcuma al igual que el empaque no ejerció un efecto significativo sobre la proliferación de bacterias mesófilas aerobias. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mairena y Villavicencio (2014), quienes no observaron un efecto antimicrobiano del extracto etanólico de mango y tampoco un efecto del empaque (bandeja con película de PVC y funda de poliamida) sobre el crecimiento de bacterias mesófilas aerobias en carne molida de res. Sin embargo, existe una discrepancia con los resultados obtenidos por Cáceres (2008), quien corroboró la actividad antimicrobiana de la oleoresina de romero (0.2%) sobre carne molida almacenada a 4 °C al día cero y al día dos, este contraste se pudo dar por las diferencias que existen en la composición del extracto de romero en comparación a los existentes en la cúrcuma.

Las enterobacterias son microorganismos indicadores de contaminación fecal en alimentos o deficiencias en procesos térmicos, un recuento alto indica problemas en el almacenamiento o proceso de elaboración, lo que puede comprometer la salud de los consumidores (Universidad de Navarra 2009). Las especies psicrótrofas de Enterobacteriaceae son escasas en carnes frescas (Audisio 2007). No obstante, estudios han demostrado que la carne molida posee elevados niveles de contaminación por bacterias de la familia Enterobacteriaceae en comparación con otros cortes de carne (Kilonzo *et al.* 2013; Molleda 2016).

Los recuentos en este estudio se encontraron por debajo del rango estipulado por el Gobierno Vasco (2015), que establece como límite máximo 6.40 en Log₁₀ UFC/g (2 500 000 UFC/g) de enterobacterias en carne molida. No se evidenció una diferencia significativa entre tratamientos, lo que corrobora que el empaque y el extracto etanólico de cúrcuma no tuvieron efecto sobre el crecimiento microbiano de enterobacterias (Cuadro 4).

A través del tiempo, se observó un incremento significativo en el recuento de enterobacterias al día seis con respecto al día cero, excepto en la carne en bandeja sin extracto pues no mostró diferencias significativas a través del tiempo. Los resultados evidencian que tanto el extracto etanólico de cúrcuma como el empaque no tuvieron un efecto antimicrobiano sobre enterobacterias. En ciertas ocasiones las sustancias antimicrobianas no ejercen el efecto esperado debido a: que la concentración aplicada no es la suficiente o el tipo de antimicrobiano no es el indicado para el tipo de bacterias que se desea inhibir (Medrano 2013).

Estos resultados difieren con el estudio de Abdeldaiem (2014) en el que la aplicación oleoresinas de cúrcuma (3%) sobre filetes de pechugas de pollo demostró efecto inhibitorio sobre el crecimiento de enterobacterias a través del tiempo. Cabe destacar que

en este estudio se utilizaron acetona y hexano para la extracción para luego concentrar la oleoresina con la adición de polisorbato y así mejorar su solubilidad en agua. A diferencia de los filetes de pechuga de pollo, la carne molida presenta una mayor carga microbiana debido a que después de pasar por el proceso de molienda sus partículas quedan más expuestas a contaminación (Warriss *et al.* 2003).

Cuadro 4. Resultados del conteo de enterobacterias.

Tratamiento	Enterobacterias Log ₁₀ UFC/g			
	Día 0 (N.S)	Día 2(N.S)	Día 4 (N.S)	Día 6 (N.S)
CMB0%C	3.88 ± 0.88 ^x	4.53 ± 0.50 ^x	4.21 ± 1.03 ^x	4.71 ± 0.29 ^x
CMB1.33%C	3.81 ± 0.71 ^y	4.16 ± 0.68 ^y	4.44 ± 1.19 ^{xy}	5.49 ± 1.10 ^x
CME0%C	3.50 ± 0.82 ^y	4.08 ± 1.43 ^y	3.72 ± 1.01 ^y	5.67 ± 0.77 ^x
CME1.33%C	3.79 ± 0.87 ^y	4.29 ± 1.51 ^{xy}	4.08 ± 1.23 ^y	5.22 ± 0.92 ^x
C.V (%)	16.77			

C.V: Coeficiente de variación.

N.S: No existe diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05).

^{x,y}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre días (P<0.05).

Análisis químico de pH. Los valores de pH obtenidos en este estudio se encontraron dentro del rango normal de la carne molida de res (5.1 a 6.2) (Amerling 2001), siendo un pH de 7 o ligeramente alcalino un ambiente óptimo para el desarrollo microbiano (Forsythe y Hayes 2002). En este caso, el pH de la carne molida se encontró dentro de un rango esperado (5.67 a 6.13), lo que es satisfactorio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comportamiento de pH en carne molida de res.

Tratamiento	pH			
	Día 0 (N.S)	Día 2(N.S)	Día 4 (N.S)	Día 6 (N.S)
CMB0%C	5.68 ± 0.15 ^y	5.71 ± 0.15 ^y	5.87 ± 0.07 ^{xy}	6.14 ± 0.65 ^x
CMB1.33%C	5.72 ± 0.12 ^y	5.68 ± 0.11 ^y	5.78 ± 0.23 ^y	6.24 ± 0.57 ^x
CME0%C	5.68 ± 0.16 ^x	5.70 ± 0.14 ^x	5.79 ± 0.21 ^x	5.77 ± 0.12 ^x
CME1.33%C	5.69 ± 0.16 ^x	5.73 ± 0.22 ^x	5.79 ± 0.10 ^x	5.76 ± 0.15 ^x
C.V (%)	3.15			

C.V: Coeficiente de variación.

N.S: No existe diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05).

^{x,y}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre días (P<0.05).

Los tratamientos embutidos no presentaron diferencias significativas a través del tiempo, mientras que los tratamientos en bandeja presentaron valores de pH significativamente mayores en el día seis en comparación a los de los días: cero, dos y cuatro. Esta diferencia se le atribuye al incremento de la actividad proteolítica y la actividad antimicrobiana a

través del tiempo. El análisis estadístico mostró que el empaque y el antimicrobiano no influyeron sobre el pH a través del tiempo. Los resultados microbiológicos guardan cierta relación con los valores de pH, pues, al día seis tanto las bacterias mesófilas aerobias como las enterobacterias presentaron un crecimiento significativamente mayor en relación a los días: cero, dos y cuatro. Las bacterias intervienen directamente en proteólisis causando así un incremento del pH.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mairena y Villavicencio (2014), quienes aplicaron extracto etanólico de mango sobre carne molida y no obtuvieron diferencias estadísticas a través del tiempo en los tratamientos embutidos en funda de poliamida. Sin embargo, los tratamientos empacados en bandeja de poliestireno expandido cubierta con una película flexible de cloruro de polivinilo incrementaron significativamente su pH a través del tiempo.

No se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos para los días: cero, dos, cuatro y seis, lo que indica que la aplicación de extracto etanólico de cúrcuma y el empaque utilizado no influyeron sobre el pH de la carne molida. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los de Medrano (2013) quien determinó que la adición de extractos etanólicos de semilla de mostaza, clavo de olor y semilla de cilantro en chorizo italiano Zamorano no afectaron de manera significativa el pH entre tratamientos a los días: uno y cinco. Además, Cáceres (2008) comprobó que la adición de oleorresinas de romero y clavo de olor no alteran significativamente el pH de la carne molida de res a los días: cero y dos.

La proteólisis se ve influenciada directamente por la actividad microbiana (Ammor *et al.* 2009). Durante la proteólisis se liberan los iones de calcio que se encuentran en los músculos, cediendo así el espacio de los cationes divalentes a los cationes monovalentes lo que provoca una reducción de los hidrogeniones libres, es decir, que la degradación de proteínas incrementa el pH de la carne () conforme los días de almacenamiento (Cáceres 2008; Mancini *et al.* 2015).

Análisis físico de color. La luminosidad del color se expresa con un valor de cero para negro y cien para blanco, está asociada con la microestructura superficial y la difracción de la luz; cabe destacar que la mioglobina no desempeña ningún rol en esta característica (Du y McCormick 2009).

A través del tiempo, los tratamientos muestran un decrecimiento significativo en los valores de luminosidad, lo cual se considera un proceso normal pues a través del tiempo se incrementa la pérdida de agua por lo que el color se concentra.

Los tratamientos con extracto etanólico de cúrcuma presentaron un valor significativamente menor de luminosidad en relación a la carne que no contenía cúrcuma, independientemente del empaque utilizado (Cuadro 6). Esto se pudo dar debido al color característico que esta oleorresina le otorga a la carne, mismo que va de amarillo a anaranjado oscuro lo que no permite el reflejo de la luz.

Estos datos discrepan con los obtenidos por Medrano (2013) cuyos resultados demuestran que sus tratamientos con extractos etanólicos de: semilla de mostaza, cilantro y clavo de olor aplicados sobre chorizo italiano Zamorano, no presentan diferencias estadísticas de brillo con respecto a su control. Esto se pudo deber a que usaron extractos con una composición química diferente al utilizado en el este estudio. Además el estudio de Mancini *et al.* (2015), asevera que el polvo de cúrcuma (3.5%) no afectó la luminosidad de la carne molida de conejo. Estas diferencias se deben posiblemente a que Mancini *et al.* (2015) usaron polvo de cúrcuma que a pesar de que aparentemente aplicaron un porcentaje mayor del agente antimicrobiano, éste tuvo una menor concentración de curcuminas, a diferencia del presente estudio realizado con extracto etanólico de cúrcuma en el que se concentraron sus compuestos fenólicos.

Cuadro 6. Valores de luminosidad para carne molida.

Tratamiento	Luminosidad (α)			
	Día 0	Día 2	Día 4	Día 6
CMB0%C	43.09 \pm 3.59 ^{Axy}	44.43 \pm 4.26 ^{Ax}	43.18 \pm 3.54 ^{Axy}	41.34 \pm 3.27 ^{ABy}
CMB1.33%C	39.26 \pm 2.10 ^{Bxy}	41.08 \pm 4.75 ^{Bx}	38.82 \pm 0.95 ^{By}	39.86 \pm 2.37 ^{Bxy}
CME0%C	43.68 \pm 2.64 ^{Ax}	44.24 \pm 2.65 ^{Ax}	42.92 \pm 1.46 ^{Ax}	42.54 \pm 2.77 ^{Ax}
CME1.33%C	39.15 \pm 1.85 ^{Bx}	39.04 \pm 3.31 ^{Bx}	39.09 \pm 0.59 ^{Bx}	36.91 \pm 1.70 ^{Cy}
C.V (%)	2.92			

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

^{x, y}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(α): Escala de L: 0 = negro, 100 = blanco.

Por otro lado, Gómez *et al.* (2013) demostraron que la carne molida de res adicionada con antimicrobianos naturales (nisina, lactato de sodio, lactato de potasio y acetato de lactato) presentó una tendencia a aumentar su luminosidad en comparación al control. Es probable que a diferencia de estos antimicrobianos, las curcuminas provoquen una mayor pérdida de agua, por lo que concentra más el color de la carne resultando así en tonalidades más oscuras, esto debido a la relación directa que existe entre los valores de luminosidad y el contenido de agua en el alimento (González *et al.* 2013).

El valor a* se encuentra representado por una escala que va de -60 que indica verde a +60 que indica rojo (Konica Minolta 2014). El color rojo natural de la carne presenta variaciones de acuerdo a la distribución y cantidad de los pigmentos: mioglobina, oximioglobina y metamioglobina (Universidad de Córdoba [s.f]; Du y McCormick 2009).

A través del tiempo los tratamientos en bandeja con extracto no presentaron diferencias significativas, lo que concuerda con Cáceres (2008), quien no obtuvo diferencias significativas entre tratamientos a través del tiempo en la carne de res molida empacada en

bandejas de poliestireno y refrigeradas a 3 ± 1 °C. En el Cuadro 7 se puede observar que los tratamientos embutidos presentan diferencias significativas a través del tiempo. Cabe mencionar que el presente estudio no se determinó un efecto del empaque y del antimicrobiano individualmente, tampoco de su interacción. Es por esta razón que las diferencias a través del tiempo pueden ser atribuidas a la degradación natural del color de la carne molida con el transcurso del tiempo (Du y McCormick 2009).

Cuadro 7. Valores de la variable a^* en análisis físico de color.

Tratamiento	Valor a^* (κ)			
	Día 0	Día 2	Día 4	Día 6
CMB0%C	10.99 ± 2.61 ^{Bxy}	13.14 ± 3.88 ^{Bx}	9.53 ± 1.58 ^{By}	9.63 ± 0.71 ^{Bxy}
CMB1.33%C	17.46 ± 5.31 ^{Ax}	18.39 ± 2.72 ^{Ax}	17.72 ± 2.32 ^{Ax}	16.92 ± 3.21 ^{Ax}
CME0%C	12.30 ± 3.67 ^{By}	16.14 ± 1.49 ^{ABx}	8.58 ± 1.76 ^{Bz}	11.52 ± 1.32 ^{Byz}
CME1.33%C	17.90 ± 2.21 ^{Axy}	19.56 ± 1.63 ^{Ax}	17.21 ± 2.09 ^{Axy}	15.41 ± 2.31 ^{Ay}
C.V (%)	14.55			

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

^{x, y, z}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre días ($P < 0.05$).

(κ): Escala del valor a: -60 = verde, +60 = rojo.

En este estudio los tratamientos con extracto etanólico de cúrcuma presentaron valores de a^* significativamente mayores en relación a los tratamientos que no contenían extracto, cabe mencionar que el empaque no influyó sobre el color rojo de la carne. Probablemente esto se debió a que el extracto de cúrcuma ejerció un efecto antioxidante sobre la mioglobina por lo que presenta tonalidades más rojas. Según Luthra *et al.* (2001); Raghavan (2000) y Abdeldaiem (2014) los curcuminoides presentes en la oleorresina de *Curcuma longa* L. actúan como antioxidantes. Cabe destacar que la diferencia entre tratamientos al día cero se pudo dar debido a que la adición de cúrcuma influye sobre la tonalidad roja pues como se había mencionado las curcuminas presentan una cromaticidad amarillo-anaranjada.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mancini *et al.* (2015) cuyos valores de a^* aumentaron en la carne molida de conejo con polvo de cúrcuma, cabe mencionar que sus tratamientos fueron almacenados a 4 °C en bandejas de poliestireno expandido con una película de cloruro de polivinilo. Además, el estudio realizado por Gómez *et al.* (2013) demostró que la adición de acetato-lactato como antimicrobiano natural sobre carne molida de res aumentó los valores de a^* durante el almacenamiento, esto lo atribuye a que ciertos antimicrobianos naturales reducen la formación de metamioglobina, lo que le brinda una mayor tonalidad al color rojo de la carne de res.

El estudio realizado por Cáceres (2008) difiere del presente estudio pues determinó que la adición de oleorresinas de romero (0.2%), clavo de olor (0.2%) y lactato de sodio (2%)

sobre carne molida de res, mantuvo estable el valor a* durante los días: cero y dos. Este contraste entre estudios se pudo deber a que las concentraciones y las oleorresinas utilizadas en los dos estudios fueron diferentes.

El valor b* está representado por una escala que va de -60 que indica azul a +60 que indica amarillo (Konica Minolta 2014). Los tratamientos con extracto etanólico de cúrcuma tuvieron valores de b* más altos que en comparación a los controles a los días: 0, 2, 4 y 6. Como se puede observar en el , existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto concuerda con lo obtenido por Mancini *et al.* (2015) pues su estudio demostró que la carne molida de conejo con polvo de cúrcuma incrementó los valores de b* a los días: cero y siete. Además concluyeron que la diferencia de color total calculada entre la carne con cúrcuma y los demás tratamientos fue alta para el color amarillo debido a la presencia del polvo de cúrcuma. Las curcuminas se encuentran en la oleorresina de esta especia (cúrcuma) son las responsables de su color naranja-amarillo característico a niveles de pH ácido a neutro (Hirasa y Takemasa 2002). Cabe mencionar que no se determinaron diferencias significativas a través del tiempo, lo que refleja la estabilidad que presenta la tonalidad amarilla independientemente del empaque en el que se encuentre contenida la carne molida de res.

Cuadro 8. Valores de la variable b* en análisis físico de color.

Tratamiento	Valor b* (κ)			
	Día 0 (ϕ)	Día 2 (ϕ)	Día 4 (ϕ)	Día 6 (ϕ)
CMB0%C	16.99 ± 1.18 ^B	18.07 ± 1.98 ^C	15.76 ± 0.15 ^B	16.23 ± 1.02 ^C
CMB1.33%C	46.02 ± 4.24 ^A	49.20 ± 8.93 ^A	43.92 ± 4.99 ^A	48.27 ± 1.27 ^A
CME0%C	17.47 ± 1.53 ^B	19.48 ± 1.13 ^C	15.27 ± 1.11 ^B	16.79 ± 0.56 ^C
CME1.33%C	47.85 ± 3.49 ^A	44.38 ± 3.58 ^B	47.18 ± 1.18 ^A	43.31 ± 0.85 ^B
C.V (%)	8.68			

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B, C}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(ϕ): No existe diferencia significativa entre días (P>0.05).

(κ): Escala del valor a: -60 = azul, +60 = amarillo.

Análisis sensorial de color. El color de la carne es el principal atributo que juzga el consumidor para determinar su preferencia hacia el alimento, muchos tienden a asociar esta característica con fresca (Sánchez *et al.* 2008). La apariencia de la superficie de la carne cocida está relacionada con los colores como: verde, rojo, naranja y amarillo que muchas veces es malinterpretado por el consumidor como un indicador de putrefacción y tienden a rechazarlo (Du y McCormick 2009; González *et al.* 2013). Para realizar futuros experimentos con cúrcuma se considera necesario conocer la percepción que tienen los consumidores potenciales sobre el producto para conocer así su viabilidad en el mercado.

No existieron diferencias significativas entre días, sin embargo, los tratamientos sí fueron diferentes significativamente entre ellos (Cuadro 9). En los días: cero, dos y cuatro los

panelistas otorgaron una calificación de “me gusta ligeramente” a los controles mientras que a la carne con extracto etanólico de cúrcuma la calificaron como “no me gusta, ni me disgusta”, por lo que es evidente que el atributo de color no fue agradable. Algunos panelistas relacionaron el color de la carne con descomposición debido al desconocimiento del tratamiento. Cabe mencionar que se utilizó luz blanca para el análisis.

Cuadro 9. Resultados de la evaluación sensorial de color.

Tratamiento	Color (*)		
	Día 0 (ϕ)	Día 2 (ϕ)	Día 4 (ϕ)
CMB0%C	6.54 ± 1.48 ^A	6.38 ± 1.81 ^A	6.58 ± 1.65 ^A
CMB1.33%C	5.44 ± 2.06 ^B	4.97 ± 2.03 ^B	5.45 ± 1.91 ^B
CME0%C	6.26 ± 1.57 ^A	6.44 ± 1.79 ^A	6.63 ± 1.35 ^A
CME1.33%C	5.68 ± 2.19 ^B	5.31 ± 2.21 ^B	5.51 ± 1.97 ^B
C.V (%)	28.64		

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(ϕ): No existe diferencia significativa entre días (P>0.05).

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Abdeldaiem (2014) quien evaluó la oleorresina de cúrcuma como colorante natural sobre filetes de pechuga de pollo; los panelistas otorgaron una menor calificación al filete con cúrcuma en comparación al control. Los resultados anteriores difieren con los obtenidos por Mairena y Villavicencio (2014), pues no obtuvieron diferencias estadísticas para el día cero entre la carne molida de res control y la carne con extracto etanólico de mango; mientras que en el día cinco la carne mejor puntuada fue la que tenía 500 ppm de extracto y estaba empacada en bandeja de poliestireno (EPS) cubierta por una lámina de PVC. Cáceres (2008), probó varias oleorresinas sobre carne molida de res y obtuvo como resultado que al día cero el control fue el menos puntuado, mientras que el día dos los panelistas prefirieron el tratamiento con oleorresina de romero y el día cuatro no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

El olor en los productos cárnicos está directamente relacionado con ciertos factores como: la oxidación de lípidos, la acción de enzimas (endógenas o procedentes de microorganismos), lo que puede también influir en la decisión de compra del consumidor (Sánchez *et al.* 2008). En este estudio no se observaron diferencias significativas a través del tiempo (Cuadro 10), posiblemente porque todas las muestras se prepararon bajo los mismos parámetros de temperatura, tiempo e ingredientes. Cabe destacar que para preparar la carne para el sensorial se usó una cucharadita de aceite de maíz y una cucharadita de sal. Los resultados que se obtuvieron demuestran que solamente la carne embutida sin cúrcuma presenta diferencias a través del tiempo, esto se pudo dar debido a que la carne usada para el sensorial de ese día se mantuvo en congelación lo que afectó la percepción del consumidor en cuanto a olor.

Cuadro 10. Resultados de la evaluación sensorial de olor.

Tratamiento	Olor (*)		
	Día 0	Día 2	Día 4
CMB0%C	6.80 ± 1.45 ^{Ax}	6.38 ± 1.79 ^{Ax}	6.59 ± 1.73 ^{Ax}
CMB1.33%C	5.30 ± 2.02 ^{Cx}	5.09 ± 2.00 ^{Bx}	5.13 ± 1.99 ^{Bx}
CME0%C	6.28 ± 1.55 ^{Bxy}	5.96 ± 1.84 ^{Ay}	6.47 ± 1.59 ^{Ax}
CME1.33%C	5.19 ± 1.97 ^{Cx}	4.95 ± 1.96 ^{Bx}	5.00 ± 2.07 ^{Bx}
C.V (%)	29.57		

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

^{x, y}: Diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa entre días (P<0.05).

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente.

Se puede observar que existe una diferencia estadística entre tratamientos. La carne que no contenía extracto fue la que recibió mejor puntuación pues los panelistas la catalogaron como “me gusta ligeramente” mientras que la carne con cúrcuma fue catalogada como “no me gusta, ni me disgusta”, en los días: cero, dos y cuatro. Esto pudo suceder debido a que la cúrcuma posee un aroma terroso suavemente amargo con notas picantes y de pimienta, lo cual no les causó tanto agrado a los panelistas (Raghavan 2000).

Estos resultados difieren de los obtenidos por Mairena y Villavicencio (2014) quienes determinaron en su estudio que la adición de extracto etanólico de mango como antioxidante en bajas cantidades sobre carne molida, mejora la aceptación por parte de los consumidores en cuanto a olor. El estudio de Cáceres (2008), demuestra que en el día cero el tratamiento que tuvo mayor aceptación fue el de la carne molida de res con oleorresinas de romero y clavo de olor, mientras que para los días: 2 y 4 no se identificaron diferencias estadísticas.

Para el atributo de sabor, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas entre sí (Cuadro 11). Los controles fueron los que obtuvieron la puntuación más alta: “me gusta moderadamente”, mientras que los tratamientos la carne con extracto etanólico de cúrcuma fueron categorizados como “me disgusta ligeramente”, esto sucedió en los días: cero, dos y cuatro. Este resultado pudo haber sido influenciado por el sabor con tonos amargos que posee naturalmente la cúrcuma. Lo obtenido no concuerda con los resultados de Abdeldaiem (2014), pues en su estudio no encontró diferencias estadísticas entre el control y la carne molida de conejo con: 1, 3 y 5% de oleorresina de cúrcuma, esto se pudo dar debido a que para realizar la evaluación contó con un panel de diez personas no entrenadas, además en este estudio se usó polvo de cúrcuma, mientras que en el presente estudio se utilizó un extracto etanólico de cúrcuma.

Cuadro 11. Resultados de la evaluación sensorial de sabor.

Tratamiento	Sabor (*)		
	Día 0 (φ)	Día 2 (φ)	Día 4 (φ)
CMB0%C	7.30 ± 1.66 ^A	6.70 ± 1.68 ^A	7.09 ± 1.53 ^A
CMB1.33%C	4.41 ± 2.28 ^B	4.28 ± 2.36 ^B	3.85 ± 1.99 ^B
CME0%C	6.83 ± 1.63 ^A	6.70 ± 1.83 ^A	7.09 ± 1.53 ^A
CME1.33%C	3.88 ± 2.30 ^C	3.76 ± 2.23 ^C	3.95 ± 2.09 ^B
C.V (%)	33.62		

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B, C}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(φ): No existe diferencia significativa entre días (P>0.05).

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente.

La textura de la carne está directamente relacionada con la cantidad de tejido perimísico que se encuentra alrededor de las fibras y el tamaño de los haces (Amerling 2001). Los resultados no mostraron diferencias estadísticas entre días, pero sí entre tratamientos (Cuadro 12). Los controles se encontraron dentro de la clasificación “me gusta moderadamente”, mientras que los tratamientos de carne molida de res con extracto de cúrcuma fueron clasificados como “me gusta ligeramente”, esto sucedió en los días: cero, dos y cuatro.

Este resultado concuerda con lo obtenido con Mairena y Villavicencio (2014) quienes no detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos en al día uno, pero al día cinco el tratamiento que obtuvo mayor aceptación fue el de 0 ppm de extracto etanólico de mango sobre carne molida de res empacada en bandeja de poliestireno expandido cubierto por una capa de PVC.

Cuadro 12. Resultados de la evaluación sensorial de textura.

Tratamiento	Textura (*)		
	Día 0 (φ)	Día 2 (φ)	Día 4 (φ)
CMB0%C	6.94 ± 1.42 ^A	6.68 ± 1.49 ^A	6.80 ± 1.62 ^A
CMB1.33%C	5.73 ± 1.93 ^B	5.69 ± 1.96 ^B	5.43 ± 2.01 ^B
CME0%C	6.68 ± 1.51 ^A	6.64 ± 1.55 ^A	6.87 ± 1.55 ^A
CME1.33%C	5.70 ± 1.97 ^B	5.58 ± 2.09 ^B	5.56 ± 2.10 ^B
C.V (%)	25.92		

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(φ): No existe diferencia significativa entre días (P>0.05).

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente.

La aceptación general no presentó diferencias estadísticas entre días, sin embargo se identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 13). Los controles presentaron una apreciación mayor en relación a los tratamientos con extracto etanólico de cúrcuma, pues obtuvieron una calificación de “me gusta moderadamente” mientras que los tratamientos con cúrcuma se categorizaron como “me disgusta ligeramente”. Esto difiere con lo obtenido por Mairena y Villavicencio (2014) quienes determinaron que al día cero el tratamiento con mejor aceptación general fue el que tenía 500 ppm de extracto etanólico de mango, pero guarda cierta relación con el presente estudio ya que al día cinco el que presentó mejor aceptación general fue el control empacado en bandeja de poliestireno (EPS) cubierto con una capa de PVC.

Cuadro 13. Resultados de la evaluación sensorial de aceptación general.

Tratamiento	Aceptación General (*)		
	Día 0 (ϕ)	Día 2 (ϕ)	Día 4 (ϕ)
CMB0%C	6.99 ± 1.44 ^A	6.66 ± 1.56 ^A	6.92 ± 1.45 ^A
CMB1.33%C	4.67 ± 1.99 ^B	4.69 ± 2.14 ^B	4.37 ± 1.92 ^B
CME0%C	6.74 ± 1.39 ^A	6.51 ± 1.65 ^A	6.92 ± 1.40 ^A
CME1.33%C	4.32 ± 2.07 ^B	4.35 ± 2.11 ^B	4.35 ± 1.95 ^B
C.V (%)	28.89		

C.V: Coeficiente de variación.

^{A, B}: Diferente letra en la misma columna indica diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

(ϕ): No existe diferencia significativa entre días (P>0.05).

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente.

El tratamiento preferido por el 52% de los panelistas fue el de carne molida en bandeja de poliestireno (EPS) cubierta con una película flexible de cloruro de polivinilo, seguido por un 36% que prefirió la carne molida de res embutida en funda de poliamida. Los tratamientos por los que mostraron menos preferencia los panelistas fueron: el de carne molida de res con 1.33% de extracto etanólico de *Curcuma longa* L. en bandeja de poliestireno expandido cubierta con una película flexible de cloruro de polivinilo y el de carne molida de res con 1.33% de extracto etanólico de *Curcuma longa* L. en funda de poliamida (Figura 1). Con lo que se demostró que la carne molida de res con oleoresina de cúrcuma no sería viable en el mercado. Para futuros estudios se recomienda agregar un ingrediente que pueda enmascarar el sabor natural de esta especia e incluso potenciar su efecto antimicrobiano.

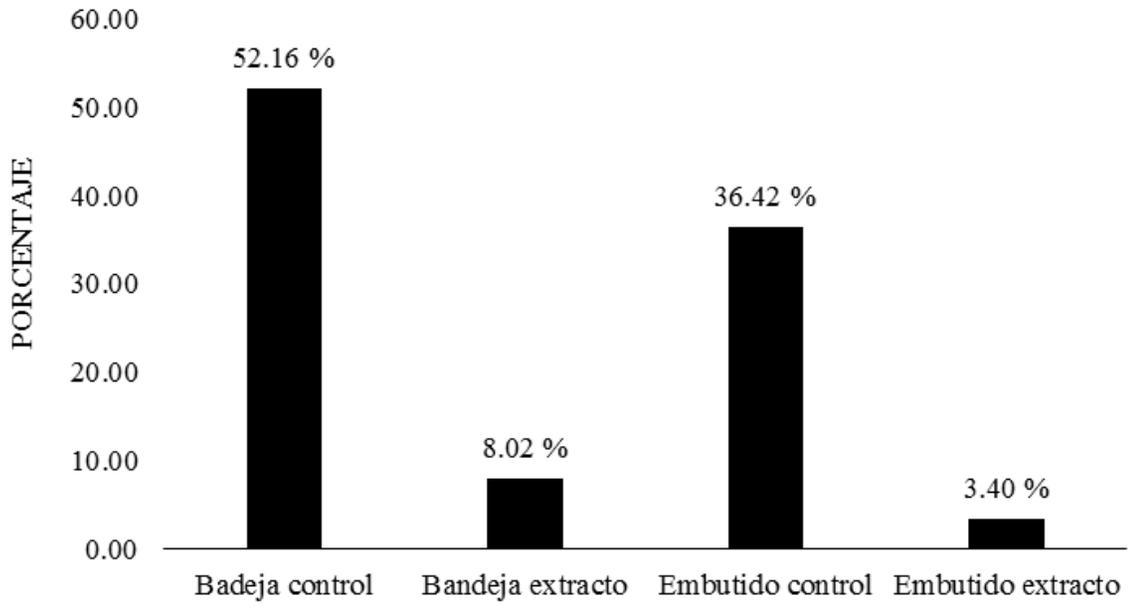


Figura 1. Muestras preferidas por los panelistas evaluadas en porcentaje (Pr Chisq<0.0001).

4. CONCLUSIONES

- El extracto etanólico de *Curcuma longa* L. aplicado sobre carne molida de res y el empaque no mostraron un efecto sobre bacterias mesófilas aerobias y enterobacterias.
- El tipo de empaque y la adición del extracto etanólico de cúrcuma no afectó el pH de la carne molida de res.
- El extracto de cúrcuma evitó la oxidación de la mioglobina por lo que la carne con oleorresina presentó una mayor intensidad del color rojo.
- La adición del extracto etanólico *Curcuma longa* L. reduce significativamente la aceptabilidad sensorial de la carne, esto respecto al control.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de TBA (ácido tiobarbitúrico), para corroborar el efecto antioxidante del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. sobre carne molida de res.
- Elevar el porcentaje de oleorresina de cúrcuma añadida a carne molida de res, usando un ingrediente que pueda enmascarar su sabor natural.
- Adicionar polisorbato 80 a la oleorresina para facilitar su dispersión en la matriz alimentaria.
- Determinar la cantidad de fenoles presentes en la oleorresina a través de un análisis de espectrofotometría.
- Evaluar el efecto antimicrobiano de la oleorresina de cúrcuma sobre otra matriz alimenticia.

6. LITERATURA CITADA

Abdeldaiem M. 2014. Use of yellow pigment extracted from Turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative. American Journal of Food Science and Technology. 2(1):36–47. <http://pubs.sciepub.com/ajfst/2/1/6/>.

Amerling C, editor. 2001. Tecnología de la carne: Antología. https://books.google.es/books?id=9NweMkWe9VEC&dq=pH+de+carne+molida&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s.

Ammor MS, Argyri A, Nychas G-JE. 2009. Rapid monitoring of the spoilage of minced beef stored under conventionally and active packaging conditions using Fourier transform infrared spectroscopy in tandem with chemometrics. Meat Sci. 81(3):507–514. ENG. doi:10.1016/j.meatsci.2008.10.015.

Asimi O, Sahu N, Pal A. 2013. Antioxidant activity and antimicrobial property of some Indian spices. International Journal of Scientific and Research Publications. 3:1–8. Audisio M. 2007. Carnes rojas. Argentina. <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>.

Bhawana, Basniwal RK, Buttar HS, Jain VK, Jain N. 2011. Curcumin nanoparticles: preparation, characterization, and antimicrobial study. J Agric Food Chem. 59(5):2056–2061. eng. doi:10.1021/jf104402t.

Cáceres J. 2008. Efecto de congelación y adición de oleorresinas y lactato de sodio sobre el crecimiento microbilógico, color y propiedades sensoriales de la carne molida de res [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Chattopadhyay I, Biswas K, Bandyopadhyay U, Banerjee R. 2004. Turmeric and curcumin: biological actions and medicinal applications. Curr. Sci. 87(10):1324–1325. <http://www.iisc.ernet.in/currsci/nov252004/1324.pdf>.

Çıkrıkçı S, Mozioglu E, Yilmaz H. 2008. Biological Activity of Curcuminoids Isolated from *Curcuma longa*. Records of natural products. 2(1):19–24. http://www.acgpubs.org/RNP/2008/Volume%202/Issue%201/RNP_0803_13.pdf.

Dawson E. 1951. Sensory methods for measuring differences in food quality. In: Washington. Vol. 34. p. 1–132. <http://naldc.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=CAT87214248&content=PDF>.

Díaz M, Barrio M, Darrié M, López M, Cofre M, Condorí M, Lazarte D, Trevisán V, Peirano C, Del Bó C, *et al.* 2014. Análisis microbiológico de los alimentos.: Microorganismos indicadores. Argentina: RENALOA. http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf.

Du M, McCormick RJ. 2009. Applied muscle biology and meat science. Boca Raton, Fla.: CRC; London: Taylor & Francis [distributor]. ISBN: 978-1-4200-9272-1.

Forsythe S, Hayes P. 2002. Higiene de los alimentos 2da ed. Zaragoza (España): Acribia. 489 p.

Gobierno Vasco. 2015. Normas microbiológicas de los alimentos. Bizkaia. 2015; [actualizado 2015]. [http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/Normas%20microbiol%C3%B3gicas%20de%20lo%20alimentos%20\(Enero%202014\).pdf](http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/Normas%20microbiol%C3%B3gicas%20de%20lo%20alimentos%20(Enero%202014).pdf).

Gómez L, Ponce E, Freitas R, Rubio M. 2013. Effects of natural antimicrobials or microbiological stability, pH, aspect and sensory properties of ground beef patties stored under refrigeration. *Rev Mex Cienc Pecu.* 4(3):255–270.

González-Tenorio R, Totosaus A, Caro I, Mateo J. 2013. Caracterización de propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Inf. tecnol.* 24(2):3–14. doi:10.4067/S0718-07642013000200002.

Gul P, Bakht J. 2015. Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. *J Food Sci Technol.* 52(4):2272–2279. eng. doi:10.1007/s13197-013-1195-4. Hirasa K, Takemasa M. 2002. Ciencia y tecnología de las especias. Zaragoza, España: Acribia. ISBN: 84-200-0984-9.

Hui YH. 2001. Meat science and applications. New York: Marcel Dekker. ISBN: 0-8247-0548-3.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2011. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos. 2º revisión. Quito-Ecuador. (67.120.10). 2011; [actualizado 2011]. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1338.2012.pdf>.

Kamble S, Pavan D. 2015. Report on antimicrobial activity and phytochemical screening of *Curcuma longa* Linn. *SCHOLARS WORLD – IRMJCR.* 3:90–96.

Kilonzo-Nthenge A, Rotich E, Nahashon SN. 2013. Evaluation of drug-resistant Enterobacteriaceae in retail poultry and beef. *Poult Sci.* 92(4):1098–1107. eng. doi:10.3382/ps.2012-02581.

Konica Minolta. 2014. Entendiendo el espacio de Color CIE L*A*B*. <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>.

- Luthra P, Singh R, Chandra R. 2001. Therapeutic uses of *Curcuma longa*. Indian Journal of Clinical Biochemistry. 16(2):153–160.
- Mairena F, Villavicencio D. 2014. Efecto de extracto de semilla de mango y tipo de empaque en las características de carne molida de res [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Mancini S, Preziuso G, Dal Bosco A, Roscini V, Szendro Z, Fratini F, Paci G. 2015. Effect of turmeric powder (*Curcuma longa* L.) and ascorbic acid on physical characteristics and oxidative status of fresh and stored rabbit burgers. Meat Sci. 110:93–100. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2015.07.005.
- Medrano L. 2013. Desarrollo y evaluación de extractos etanólicos de tres especias como antimicrobianos en chorizo italiano Zamorano [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Moll M, Moll N. 2006. Compendio de riesgos alimentarios. Zaragoza (España): Acribia. 379 p.
- Molleda M. 2016. Frecuencia de enterobacterias en queso fresco, carne molida y fresa en el mercado mayorista "La Parada" [Tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4645/1/Molleda_rm.pdf.
- Naz S, Jabeen S, Ilyas S, Manzoor F, Aslam F, Ali A. 2010. Antibacterial activity of *Curcuma longa* varieties against different strains of bacteria. Pak. J. Bot; [consultado 2015 oct 16]. 42(1):455–462.
- Nisar T, Iqbal M, Raza A, Safdar M, Iftikhar F, Waheed M. 2015. Estimation of total phenolics and free radical scavenging of Turmeric (*Curcuma longa*). American-Eurasian Journal Agricultural & Environment Science. 15(7):1272–1277.
- Raghavan S. 2000. Handbook of spices, seasonings, & flavorings. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. ISBN: 1-56676-931-0.
- Ravindran PN, Nirmal Babu K, Sivaraman K. 2007. Turmeric: The genus *Curcuma* / editado por P.N. Ravindran, K. Nirmal Babu, and K. Sivaraman. Boca Raton, Fla.: CRC; London: Taylor & Francis [distributor] (Medicinal and aromatic plants--industrial profiles; v. 45). ISBN: 978-0-8493-7034-2.
- Sánchez A, Torrescano G, Camou P, González N, Hernández G. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. Nacameh. 2(2):124–159.
- Secretaría de salud, México. 1995. Bienes y servicios. Productos de la carne. Carne molida y carne molida moldeada. Envasadas. Especificaciones sanitarias. México. (NOM-034-SSA1-1993). 1995; [actualizado 1995]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/034ssa13.html>.

Selvam RM, Athinarayanan G, Nanthini AUR, Singh AR, Kalirajan K, Selvakumar PM. 2015. Extraction of natural dyes from *Curcuma longa*, *Trigonella foenum graecum* and *Nerium oleander*, plants and their application in antimicrobial fabric. *Industrial Crops and Products*. 70:84–90. doi:10.1016/j.indcrop.2015.03.008.

Stankovic I. 2004. Curcumin. Chemical and Technical Assessment. FAO. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/61/Curcumin.pdf>.

Tainter DR, Grenis AT, Sanz López E, Sanz Pérez B. 1996. Especies y aromatizantes alimentarios. Zaragoza: Acribia. x, 251. ISBN: 84-200-0813-3.

Universidad de Córdoba. [s.f]. Valoración objetiva de la carne. España: Universidad de Córdoba. http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02_17_30_3c._carne_3c.pdf.

Universidad de Navarra. 2009. Microbiología de los alimentos: Detección de microorganismos índices e indicadores. <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/13deteccion%20de%20indicadores%20e%20indices.htm>.

USDA. 2015. Safe minimum internal temperature chart. United States Department of Agriculture. http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct_index.

Warriss PD, Ruiz Carrascal J, Cava López R. 2003. Ciencia de la carne. Zaragoza: Acribia Editorial. 309 p. ISBN: 84-200-1005-7.

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial utilizada en el estudio.

Evaluación Sensorial de Alimentos Departamento de Agroindustria Alimentaria Prueba Hedónica de Aceptación

Fecha:

Instrucciones: a continuación se le proporcionan varias muestras codificadas de carne molida cocida. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Después de probar una muestra es recomendable que limpie su paladar tomando agua e ingiriendo una galleta.

Marque con una X el casillero que indique su grado de aceptación. Me gusta ligeramente

Me disgusta extremada mente	Me disgus ta mucho	Me disgusta moderada mente	Me disgusta ligeramente	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta ligera mente	Me gusta moderad amente	Me gusta mucho	Me gusta extremada mente
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Muestra _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Muestra _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

Muestra _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Aceptación general									

MUESTRA PREFERIDA: _____

Anexo 2. Modelo lineal general para bacterias mesófilas aerobias.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	0.91300833	0.91300833	2.17	0.1566
Antimicro	1	1.59870000	1.59870000	3.79	0.0657
Blk	2	4.74935000	2.37467500	5.63	0.0115
Dia	3	20.42406667	6.80802222	16.15	<.0001
Empaque*Antimicro	1	0.09540833	0.09540833	0.23	0.6394
Empaque*Antimicr*Dia	9	5.33048333	0.59227593	1.41	0.2507
Blk*Empaque	2	1.90321667	0.95160833	2.26	0.1306
Blk*Antimicro	2	0.06125000	0.03062500	0.07	0.9302
Blk*Dia	6	4.90473333	0.81745556	1.94	0.1236
Empaque*Dia	0	0.00000000	.	.	.
Antimicro*Dia	0	0.00000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 3. Modelo lineal general para enterobacterias.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	0.14300833	0.14300833	0.27	0.6099
Antimicro	1	0.17763333	0.17763333	0.33	0.5699
Blk	2	9.47431667	4.73715833	8.90	0.0017
Dia	3	15.35921667	5.11973889	9.62	0.0004
Empaque*Antimicro	1	0.00440833	0.00440833	0.01	0.9284
Empaque*Antimicr*Dia	9	2.68080000	0.29786667	0.56	0.8136
Blk*Empaque	2	3.00906667	1.50453333	2.83	0.0830
Blk*Antimicro	2	0.60506667	0.30253333	0.57	0.5754
Blk*Dia	6	7.19158333	1.19859722	2.25	0.0801
Empaque*Dia	0	0.00000000	.	.	.
Antimicro*Dia	0	0.00000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 4. Modelo lineal general para pH.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	0.09720000	0.09720000	2.90	0.1040
Antimicro	1	0.01080000	0.01080000	0.32	0.5765
Blk	2	0.49130417	0.24565208	7.33	0.0041
Dia	3	0.64949167	0.21649722	6.46	0.0031
Empaque*Antimicro	1	0.00520833	0.00520833	0.16	0.6975
Empaque*Antimicr*Dia	9	0.53029167	0.05892130	1.76	0.1403
Blk*Empaque	2	0.26416250	0.13208125	3.94	0.0360
Blk*Antimicro	2	0.04156250	0.02078125	0.62	0.5478
Blk*Dia	6	0.69239583	0.11539931	3.44	0.0168
Empaque*Dia	0	0.00000000	.	.	.
Antimicro*Di	0	0.00000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 5. Modelo lineal general para los valores de luminosidad.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	2.2794083	2.2794083	1.57	0.2242
Antimicro	1	194.6490750	194.6490750	134.36	<.0001
Blk	2	170.6463792	85.3231896	58.90	<.0001
Dia	3	25.3815333	8.4605111	5.84	0.0049
Empaque*Antimicro	1	7.1456333	7.1456333	4.93	0.0381
Empaque*Antimicr*Dia	9	13.8114500	1.5346056	1.06	0.4315
Blk*Empaque	2	6.9326542	3.4663271	2.39	0.1170
Blk*Antimicro	2	10.6461125	5.3230563	3.67	0.0437
Blk*Dia	6	41.0025542	6.8337590	4.72	0.0038
Empaque*Dia	0	0.0000000	.	.	.
Antimicro*Dia	0	0.0000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 6. Modelo lineal general para los valores de la variable a*.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	4.4165333	4.4165333	0.99	0.3322
Antimicro	1	445.7883000	445.7883000	99.67	<.0001
Blk	2	15.5808792	7.7904396	1.74	0.2007
Dia	3	97.8813417	32.6271139	7.30	0.0017
Empaque*Antimicro	1	6.0634083	6.0634083	1.36	0.2580
Empaque*Antimicr*Dia	9	44.6204083	4.9578231	1.11	0.4006
Blk*Empaque	2	11.8154292	5.9077146	1.32	0.2892
Blk*Antimicro	2	10.2167375	5.1083687	1.14	0.3391
Blk*Dia	6	101.0303208	16.8383868	3.76	0.0114
Empaque*Dia	0	0.0000000	.	.	.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Antimicro*Dia	0	0.0000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 7. Modelo lineal general para los valores de la variable b*.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	1.40425	1.40425	0.19	0.6709
Antimicro	1	10274.06380	10274.06380	1360.43	<.0001
Blk	2	44.93705	22.46853	2.98	0.0739
Dia	3	35.52972	11.84324	1.57	0.2283
Empaque*Antimicro	1	8.25850	8.25850	1.09	0.3082
Empaque*Antimicro*Dia	9	94.13380	10.45931	1.38	0.2590
Blk*Empaque	2	10.05385	5.02693	0.67	0.5250
Blk*Antimicro	2	51.15850	25.57925	3.39	0.0541
Blk*Dia	6	68.47540	11.41257	1.51	0.2253
Empaque*Dia	0	0.00000	.	.	.
Antimicro*Dia	0	0.00000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque.

Anexo 8. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de color.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	1.9290123	1.9290123	0.67	0.4139
Antimicro	1	378.0864198	378.0864198	130.96	<.0001
Dia	2	16.8719136	8.4359568	2.92	0.0543
Blk	2	39.1404321	19.5702160	6.78	0.0012
PAN	35	194.6913580	5.5626102	1.93	0.0011
Empaque*Antimicr*Dia	7	22.2114198	3.1730600	1.10	0.3614
Empaque*Antimicr*PAN	105	285.3888889	2.7179894	0.94	0.6454
Blk*Empaque*Antimicr	6	32.0138889	5.3356481	1.85	0.0869
Blk*PAN	70	560.1929012	8.0027557	2.77	<.0001
PAN*Dia	70	433.9614198	6.1994489	2.15	<.0001
Empaque*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Antimicro*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Empaque*Antimicro	0	0.0000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque. PAN: panelista.

Anexo 9. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de olor.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	18.5378086	18.5378086	6.39	0.0117
Antimicro	1	550.9452160	550.9452160	189.79	<.0001
Dia	2	19.2638889	9.6319444	3.32	0.0366
Blk	2	63.6851852	31.8425926	10.97	<.0001
PAN	35	202.7986111	5.7942460	2.00	0.0006
Empaque*Antimicr*Dia	7	14.2739198	2.0391314	0.70	0.6700
Empaque*Antimicr*PAN	105	234.4884259	2.2332231	0.77	0.9558
Blk*Empaque*Antimicr	6	33.1481481	5.5246914	1.90	0.0774
Blk*PAN	70	520.2592593	7.4322751	2.56	<.0001
PAN*Dia	70	406.6805556	5.8097222	2.00	<.0001
Empaque*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Antimicro*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Empaque*Antimicro	0	0.0000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque. PAN: panelista.

Anexo 10. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de textura.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	0.4081790	0.4081790	0.16	0.6906
Antimicro	1	428.2600309	428.2600309	166.32	<.0001
Dia	2	3.3395062	1.6697531	0.65	0.5231
Blk	2	40.6959877	20.3479938	7.90	0.0004
PAN	35	234.0640432	6.6875441	2.60	<.0001
Empaque*Antimicr*Dia	7	11.2044753	1.6006393	0.62	0.7384
Empaque*Antimicr*PAN	105	187.1550926	1.7824295	0.69	0.9912
Blk*Empaque*Antimicr	6	6.6805556	1.1134259	0.43	0.8575
Blk*PAN	70	578.7484568	8.2678351	3.21	<.0001
PAN*Dia	70	474.7716049	6.7824515	2.63	<.0001
Empaque*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Antimicro*PAN	0	0.0000000	.	.	.
Empaque*Antimicro	0	0.0000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque. PAN: panelista

Anexo 11. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de sabor.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	17.827160	17.827160	5.24	0.0223
Antimicro	1	2785.493827	2785.493827	818.03	<.0001
Dia	2	12.825617	6.412809	1.88	0.1526
Blk	2	44.020062	22.010031	6.46	0.0016
PAN	35	200.358025	5.724515	1.68	0.0084
Empaque*Antimicr*Dia	7	37.637346	5.376764	1.58	0.1378
Empaque*Antimicr*PAN	105	297.370370	2.832099	0.83	0.8847
Blk*Empaque*Antimicr	6	26.393519	4.398920	1.29	0.2580
Blk*PAN	70	449.424383	6.420348	1.89	<.0001
PAN*Dia	70	470.952160	6.727888	1.98	<.0001
Empaque*PAN	0	0.000000	.	.	.
Antimicro*PAN	0	0.000000	.	.	.
Empaque*Antimicro	0	0.000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque. PAN: panelista

Anexo 12. Modelo lineal general para la evaluación sensorial de aceptación general.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Empaque	1	10.743827	10.743827	4.07	0.0440
Antimicro	1	1759.336420	1759.336420	666.24	<.0001
Dia	2	3.783951	1.891975	0.72	0.4887
Blk	2	61.223765	30.611883	11.59	<.0001
PAN	35	241.580247	6.902293	2.61	<.0001
Empaque*Antimicr*Dia	7	19.438272	2.776896	1.05	0.3931
Empaque*Antimicr*PAN	105	274.685185	2.616049	0.99	0.5101
Blk*Empaque*Antimicr	6	13.152778	2.192130	0.83	0.5466
Blk*PAN	70	454.609568	6.494422	2.46	<.0001
PAN*Dia	70	383.549383	5.479277	2.07	<.0001
Empaque*PAN	0	0.000000	.	.	.
Antimicro*PAN	0	0.000000	.	.	.
Empaque*Antimicro	0	0.000000	.	.	.

Source: fuente de variabilidad. DF: grados de libertad. Type I SS: suma de cuadrados tipo I. F Value: valor F. Antimicro: antimicrobiano. Blk: bloque. PAN: panelista

Anexo 13. Modelo de frecuencia para la evaluación sensorial de preferencia.

TRAT	Frequency	Percent	Test Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
BC	169	52.16	25.00	169	52.16
BE	26	8.02	25.00	195	60.19
EC	118	36.42	25.00	313	96.60
EE	11	3.40	25.00	324	100.00

TRAT: tratamiento. Frequency: frecuencia. Percent: porcentaje. BC: carne en bandeja control. BE: carne en bandeja con extracto. EC: carne embutida control. EE: carne embutida con extracto.

Anexo 14. Prueba de chi cuadrado para la evaluación sensorial de preferencia.

Chi-Square Test for Specified Proportions	
Chi-Square	210.3457
DF	3
Pr > ChiSq	<.0001

Chi-Square: chi cuadrado. DF: grados de libertad.