

# UTILIZACIÓN DE CARNES EMPACADAS AL VACÍO EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS FERMENTADOS

## Utilization of Vacuum Packed Meat in the Making of Fermented Products

Jorge Ruiz Ramírez<sup>1</sup>, Yasmina Barboza<sup>2</sup>, Rafael Román<sup>1</sup>, Kenna Ferrer<sup>2</sup>, Wilfido Bríñez<sup>1</sup> y Enrique Márquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Apartado 15252. E-mail: jruiz@luz.ve. <sup>2</sup>Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo 4005-A, Venezuela

### RESUMEN

Se evaluó el tiempo óptimo del empacado al vacío para la carne molida de res (CMEV) basándose en el número de *Lactobacillus* presentes en ella, se comparó ésta con carne molida previamente congelada (CMPC) y posteriormente se determinó la eficiencia de las CMEV en la elaboración de productos cárnicos fermentados y se compararon estos productos con aquellos elaborados con o sin agregado de cultivo iniciador. Tres experimentos fueron realizados. El modelo matemático correspondió al de un diseño completamente al azar. Las comparaciones entre las medias se efectuaron mediante contrastes ortogonales. El tiempo de empacado afectó el crecimiento de los *Lactobacillus* ( $P < 0,01$ ), se seleccionó como tiempo óptimo un periodo de 14 días, ya que el número de *Lactobacillus* en este periodo no se diferenció significativamente del obtenido a los 21 días. La CMEV por un periodo de 14 días mostró medias de pH menor y logaritmo del número de *Lactobacillus* mayor que las CMPC almacenadas durante el mismo periodo de tiempo ( $P < 0,01$ ). La CMEV no presentó ni *E. coli*, ni coliformes, mientras que la CMPC no presentó *E. coli*, pero sí coliformes. Los productos cárnicos fermentados presentaron pH diferentes significativamente según el tratamiento y tiempo de fermentación ( $P < 0,01$ ). Fue evidente una interacción ( $P < 0,05$ ) entre ambos factores para esta variable. La pérdida de peso solamente fue afectada por el tiempo de fermentación. Para la pérdida por cocción ambas fuentes de variación fueron significativas ( $P < 0,05$ ) y la interacción resultó no significativa ( $P > 0,05$ ). El empacado al vacío de la carne molida de res demostró ser una excelente técnica en la elaboración de productos cárnicos fermentados, procedimiento alternativo que pudiera sustituir el empleo de cultivos iniciadores en la elaboración de estos productos.

**Palabras clave:** Empacado al vacío, carne molida, *Lactobacillus*, pH.

### ABSTRACT

Optimal time for vacuum packing ground beef (CMEV) was evaluated on the basis of number of *Lactobacillus* present in it. Comparison of this meat with previously frozen meat (CMPC) in order to determine efficiency in making fermented products with or without addition of starter cultures was made. Three experiments were conducted in a completely randomized design. Mean comparisons were made through orthogonal contrasts. Results indicated that packing time affected *Lactobacillus* growth ( $P < 0.01$ ). A 14 day optimal period was chosen due to the fact that number of *Lactobacillus* was not different from that at 21 days. CMEV means were lower for pH as compared to CMPC. The opposite occurred for the log number of *Lactobacillus* ( $P < 0.01$ ). CMEV had neither *E. coli* nor coliforms whereas CMPC had coliforms present in it. Fermented products from beef had different pH averages ( $P < 0.01$ ) according to treatment and fermentation time. An interaction effect was found between both factors ( $P < 0.05$ ). Weight loss of product was only affected by fermentation time. Main effects for cooking losses were significant. However, their interaction was not. Vacuum-packed ground beef proved to be a good technique for the elaboration of fermented products as an alternative procedure. It might also substitute the use of cultivation starters in making these products.

**Key words:** Vacuum packing, ground beef, *Lactobacillus*, pH.

### INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos fermentados se pueden definir como una mezcla de carne picada, grasa, sal, agentes del curado, azúcar, especias y otros aditivos, que es introducida en tripas naturales o artificiales y sometida a un proceso de fermentación llevado a cabo por microorganismos, seguida de una fase de secado [17].

En su elaboración los productos cárnicos pueden ser fermentados mediante dos técnicas: 1. Maduración lenta, cuando el producto es mantenido durante cierto tiempo, bajo condiciones específicas de temperaturas y humedad relativa, que permitan el crecimiento de microorganismos productores de ácidos, entre esos microorganismos están los lactobacilos, presentes naturalmente sobre la superficie de las carnes. 2. Maduración rápida, utilizando cultivos de bacterias y levaduras. Se han utilizado como cultivos iniciadores, puros o mixtos, los micrococcos nitrato reductores, lactobacilos homofermentativos, pediococos y últimamente levaduras, mohos y lactobacilos atípicos [12]. Al emplear cultivos iniciadores bacterianos en la fabricación de embutidos crudos, el tiempo de elaboración resulta notablemente disminuido.

En Venezuela, gran parte de la oferta nacional de carne proviene de animales enteros (toros), de edad avanzada, con un alto mestizaje *Bos indicus*, y alimentados a pastoreo; condiciones que están asociadas a carnes de una terneza inferior o altamente variable [13]. Por lo que el uso del empaque al vacío se ha popularizado como una técnica que acompaña el proceso de maduración de las carnes, el cual tiene efecto ablandador sobre las mismas. El proceso consiste en empacar las carnes al vacío y dejarla en refrigeración (0-2°C) por un periodo entre 7 y 21 días.

Investigadores [11, 16], estudiaron el efecto modificador del empackado al vacío en la obtención de una flora específica y demostraron que la carne empackada al vacío ocasiona un efecto directo sobre el crecimiento bacteriano. Debido a la cantidad limitada de oxígeno y la baja temperatura producen un efecto inhibitorio sobre las bacterias excepto las bacterias ácido lácticas, las que pueden alcanzar contajes de  $10^7$  ufc/cm<sup>2</sup> o más. Por lo que, la carne envasada al vacío podría servir de técnica para sustituir los cultivos iniciadores en la elaboración y producción de productos cárnicos fermentados tradicionales.

Con el propósito de reducir costos en la elaboración de productos cárnicos fermentados se ha trabajado utilizando un medio a base de plasma sanguíneo [4] para aislar y propagar cepas de *Lactobacillus plantarum*. Este medio ha sido utilizado con éxito en la elaboración de productos fermentados [23] y otra alternativa sería la utilización de CMEV, las cuales contienen altos niveles de *Lactobacillus*, podría constituir una alternativa interesante.

Por lo antes expuesto se planificó esta investigación que persigue los siguientes objetivos: a) Determinar el tiempo óptimo de empackado al vacío de la carne molida de res basándose en el número de *Lactobacillus* presentes en ella; b) Comparar la carne molida empackada al vacío en el tiempo óptimo y la carne molida congelada durante el mismo periodo de tiempo y c) Evaluar la eficiencia de las carnes empackadas al vacío en la elaboración de productos cárnicos fermentados y comparar estos productos con aquellos elaborados con o sin agregado de cultivo iniciador, en cuanto a pH, pérdidas de peso durante la fermentación y pérdidas por cocción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio fueron realizados tres experimentos utilizando carne molida de res. En el experimento 1, se determinó el efecto del tiempo (semanas) sobre el número de *Lactobacillus* presente en CMEV. En el experimento 2 se comparó el pH, número de *Lactobacillus*, *coliformes* y *E. coli*, en CMEV por 14 días y CMPC durante el mismo periodo de tiempo. En el experimento 3 se comparó la eficiencia de la CMEV por 14 días, con la CMPC durante el mismo tiempo y con la carne molida congelada durante 14 días más un cultivo iniciador, en la elaboración de productos cárnicos fermentados semisecos.

### Experimento 1: Efecto del tiempo (semanas) del empackado al vacío de la carne molida de res sobre el número de bacterias ácido lácticas. *Lactobacillus*

Se utilizaron carnes de seis (6) canales de bovinos castrados (Novillos) clasificadas en la categoría A, según el Decreto 181 de clasificación de canales bovinas en Venezuela en el Matadero Industrial Maracaibo, C.A (MAIMCA). Posteriormente a las 24 horas postmortem, estas canales fueron transportadas en camiones con termoking al centro cárnico del Parque Tecnológico Universitario de la Universidad del Zulia (CCPTU), donde fueron despostadas y sus cortes identificados según la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 792-82) [7].

Para el estudio se escogió el corte denominado Paleta el cual está conformado por los músculos: Deltoides, Infraespinosos, Coracobraquial, Redondo mayor y menor. La paleta fue molida a través de un disco con agujeros de 1,5 cm de diámetro utilizando un molino marca FATOSA. La carne molida de paleta de cada canal se empackó al vacío utilizando una máquina MULTIVAC de doble campana y se almacenó en refrigeración a 2°C durante 21 días.

**Determinación del número de *Lactobacillus*:** Para la determinación del número de bacterias acidolácticas se utilizó el medio De Man y col. [10], en el cual se colocó 0,1mL de la muestra, luego fue incubado por 48 horas a 37°C en condiciones microaerofilicas (5-10% de CO<sub>2</sub>), utilizando para ello una campana de Gas-Pak con vela encendida. Transcurrido este tiempo se contaron las colonias como bacterias acidolácticas y luego se confirmó que fuesen Gram positivas, catalasa y oxidasa negativa para ser catalogadas como *Lactobacillus* [19].

### Experimento 2: Comparación de pH, número de *Lactobacillus*, *coliformes* y *E. coli* entre las carnes molida empackada al vacío por 14 días y la congelada durante el mismo periodo de tiempo

Una vez determinado el tiempo óptimo durante el cual debía empackarse la carne molida para obtener el máximo número de *Lactobacillus*, se procedió a comparar el pH, número de *Lactobacillus*, *coliformes* y *E. coli* entre la CMEV por 14 días y la CMPC durante el mismo periodo de tiempo. Para

ello se utilizaron carnes de cinco (5) canales de bovinos con características similares y despostadas en las mismas condiciones a las presentadas en el experimento 1.

El corte de Paleta obtenido, fue molido a través de un plato con orificios 1,5 cm de diámetro, tomándose previa homogeneización 10 kg de carne por cada canal para empacarse en bolsas plásticas y posteriormente congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Otros 5 kg por cada canal fueron empacados al vacío y refrigerado a  $2^{\circ}\text{C}$  por 14 días.

**Determinación de proteína, humedad, grasa y recuento total de microorganismos:** A la carne molida de Paleta previa a ser empacada al vacío o congelada se le determinó el contenido de proteína, humedad, grasa y recuento de microorganismos aeróbicos. El porcentaje de proteínas se obtuvo siguiendo el método macro Kjeldahl empleando un equipo Tecator (Kjeltec system, 1002 Destiling unit, 2006 Digestor). La humedad fue determinada siguiendo el método de secado en horno ( $102^{\circ}\text{C}/16$  horas). La determinación del contenido de grasa a través del método Soxtec, Sistema HT 1043. Todos estos procedimientos se realizaron de acuerdo a la metodología recomendada por la Association of Official and Analytical Chemist [2].

El recuento de microorganismos aerobios se determinó por el método de extensión. Las placas se incubaron a  $35^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, luego fueron seleccionadas las placas donde habían entre 30 y 300 colonias [8].

**Determinación del número de coliformes, *E. coli* y *Lactobacillus*:** A la CMEV 14 días y a la CMPC durante el mismo periodo de tiempo, se le procedió a determinar el número de coliformes, *E. coli* y *Lactobacillus*. Para tal propósito, de cada muestra se tomaron 11 g y se homogeneizó en 99 mL de agua peptonada al 0,1%, posteriormente se mezcló en una licuadora a mediana revolución por 2 min, constituyendo ésta la dilución  $10^1$  y a partir de ella se realizaron las diluciones seriadas siguientes.

La determinación del número de coliformes y *E. coli* se realizó utilizando placas Petrifilm 3M (placas con películas secas rehidratables), específicas para coliformes y *E. coli*, en la cual se vertió 1 mL de las diluciones de la muestra en el centro del círculo, luego se distribuyó el inóculo usando una lámina plástica difusora y seguidamente fue incubado durante 24-48 horas a  $35^{\circ}\text{C}$  en posición horizontal. Finalizada la incubación fueron contadas las placas donde se habían obtenido entre 15 y 150 colonias [6]. La determinación de *Lactobacillus* se hizo de la misma forma explicada en el experimento 1.

**Determinación del pH:** La determinación del pH de la CMEV por 14 días y la CMPC por el mismo tiempo fue realizada con un potenciómetro marca ORION modelo 420 A, el cual posee un electrodo de la misma marca modelo 91-57B.

### **Experimento 3: Comparación de la eficiencia de las carnes molidas: empacada al vacío por 14 días, la congelada durante 14 días y congelada durante 14 días + adición de cultivo iniciador, en la elaboración de productos cárnicos fermentados semisecos**

La formulación y preparación de los productos cárnicos fermentados se realizó en el CCPTU, utilizándose la carne de Paleta del experimento 2. De la carne molida de cada paleta se elaboraron tres productos cárnicos, con los siguientes tratamientos: el primero se hizo con CMPC (control), el segundo con CMEV durante 14 días y el tercero con CMPC más cultivo iniciador el cual correspondió a una cepa *Lactobacillus plantarum* aislada y caracterizada utilizando el procedimiento descrito por Ruiz y col. [23]. La cepa aislada fue colocada en agar MRS inclinado para su mantenimiento. Para su activación se tomó un inóculo del agar inclinado y se sembró en caldo MRS y se procedió hacer las diluciones para conocer su actividad real, el título final alcanzado fue de  $6,5 \log \text{ufc/g}$ . El cultivo se adicionó en una dosis de 2mL de cultivo por kg de producto a elaborar.

Los productos cárnicos fermentados semisecos (Chorizos fermentados) se elaboraron, para que tuviesen un 30% de grasa de cerdo la cual previamente se había picado congelada; 2,5% de sal; 2,0% de azúcar; 0,008% de nitrito; 0,048% de ácido ascórbico; 0,4% de pimienta negra; 0,2% de orégano; 0,25% de cebolla y 0,25% de ajo.

Los tratamientos fueron diseñados de la siguiente manera: la carne molida de paleta a  $2^{\circ}\text{C}$  se mezcló con la grasa y demás ingredientes a excepción de la sal, en una mezcladora MAINCA durante 8 min. Posteriormente, ésta última fue agregada y mezclada por 2 min. Para el producto que lleva cultivo iniciador, el mismo fue agregado inicialmente con la carne molida, mezclándose por 3 min y posteriormente se procedió igual a los casos anteriores. Posteriormente la mezcla fue colocada en una embudadora marca FATOSA y embutida en tripas naturales de intestino delgado de cerdo. Una vez embutidas, los productos se llevaron a una cámara de maduración por un periodo de 24 o 48 horas según fuese el caso a  $16^{\circ}\text{C}$ . El tiempo de fermentación de 48 h máximo se eligió debido a que ensayos previos (datos no publicados) habían demostrado que el pH en la carne molida empacada al vacío durante 14 días con tiempo de maduración de 72 h eran iguales al obtenido a las 48 h.

**Cocción de los productos cárnicos fermentados:** Transcurrido el tiempo de fermentación específico, los productos fueron cocinados utilizando un horno marca JOSE LIZONDO hasta una temperatura interna de  $65^{\circ}\text{C}$ . El procedimiento consistió en utilizar calor hasta que el producto cárnico alcanzase internamente dicha temperatura.

**Determinación del pH, pérdida de peso por fermentación y pérdidas por cocción:** La determinación del pH fue realizada de igual manera a la descrita en el experimento 2.

Para establecer las pérdidas de peso por fermentación, los productos se pesaron cada 24 h. durante el experimento. Las pérdidas por cocción fueron determinadas pesando los productos cárnicos antes e inmediatamente después de la cocción.

### Análisis estadístico

**Determinación del tamaño de la muestra:** Para determinar el número de réplicas se realizó un preensayo a objeto de estimar la magnitud del error experimental sobre la variable pH, considerada la más importante dentro de las otras determinaciones a ser realizadas en este experimento, en vista de las características peculiares que presentan los productos cárnicos fermentados en cuanto a este valor. Para ello, se seleccionaron lotes de carne de res de canales similares en cuanto a madurez fisiológica, condición sexual y peso, tratando de buscar que fueran representativas de las que se usarían en el experimento, aplicando los procedimientos estandarizados para el despiece [7] y procesar los productos cárnicos en el CCPTU.

Una vez obtenidas las mediciones, el procedimiento para la determinación del tamaño de la muestra, se realizó siguiendo el procedimiento basado en la distribución no central de F [18], para un diseño completamente al azar.

**Modelo matemático:** Una vez realizadas las determinaciones, los datos fueron tabulados para su procesamiento, haciendo uso del paquete estadístico SAS [26]. El modelo matemático fue el correspondiente a un diseño completamente al azar. Las comparaciones entre las medias de los tratamientos se efectuaron mediante contrastes ortogonales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la varianza para el crecimiento de los *Lactobacillus* obtenidos determinó diferencias altamente significativas del tiempo de empacado sobre el crecimiento de los *Lactobacillus* ( $P < 0,01$ ). En la TABLA I se presentan las medias obtenidas en este experimento, éstas corresponden al efecto del tiempo del empacado al vacío de carne molida de res, sobre el crecimiento de los *Lactobacillus*, este último expresado en logaritmo de ufc/g. Se observa que éstos crecen a medida que se prolonga el tiempo de empacado al vacío hasta los 14 días de allí en adelante se estabiliza el crecimiento. Similar comportamiento fue observado por Ordoñez y col. [22]. Estos autores reportaron que el recuento total de microorganismo viable en la carne empacada al vacío aumenta continuamente desde el inicio del período de conservación, pero después de 20 días, la tasa se estabilizó.

Los resultados demuestran el efecto modificador del empacado al vacío sobre la microflora, coincidiendo con valores publicados previamente [11,16,22], quienes reportaron que las

**TABLA I**  
**MEDIAS ± ERROR TÍPICO CORRESPONDIENTES**  
**AL NÚMERO DE *Lactobacillus* EN CARNES EMPACADAS**  
**AL VACÍO SEGÚN LOS DÍAS**

Días	Medias ± Error Típico (logaritmo ufc/g)
0	3,84 <sup>a</sup> ± 0,15
7	5,18 <sup>b</sup> ± 0,15
14	6,18 <sup>c</sup> ± 0,16
21	6,50 <sup>c</sup> ± 0,16

<sup>a,b,c</sup> Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

bacterias ácido lácticas son las que suelen presentar mayor crecimiento en carnes empacadas al vacío.

En la primera semana de estar la carne empacada al vacío, los *Lactobacillus* aumentaron significativamente ( $P < 0,01$ ) de 3,84 a 5,18 log ufc/g; para la segunda semana siguió el incremento, ubicándose en 6,18 log ufc/g, valor diferente significativamente del obtenido durante la primera semana, pero no de la media correspondiente a la tercera semana, el cual fue 6,5 log ufc/g.

Debido al comportamiento observado, se seleccionó como tiempo óptimo de empacado al vacío, un periodo de 14 días, ya que el número de *Lactobacillus* a este tiempo no se diferenció significativamente del obtenido a los 21 días, no justificándose por este motivo seguir con la carne empacada por más tiempo, ya que esto incrementaría los costos en la fabricación del producto fermentado.

En la literatura consultada no se hallaron trabajos donde se estudiara el efecto de la utilización de CMEV en la elaboración de productos cárnicos fermentados.

La TABLA II muestra las medias y los errores típicos para el pH y logaritmo del número de *Lactobacillus* obtenidos del experimento 2, donde se compararon CMEV por 14 días y la CMPC durante el mismo periodo de tiempo. La carne molida de paleta utilizada para el diseño de los tratamientos presentó un 72,4% de humedad; 19,89% de proteína; 6,32% de grasa y un 4,33 log ufc/g de recuento total de microorganismos aerobios.

Las comparaciones para el pH y logaritmo del número de *Lactobacillus* fueron realizadas mediante pruebas de t, detectándose diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para pH y número de *Lactobacillus* entre los tratamientos. Las CMEV mostraron medias de pH menor y logaritmo del número de *Lactobacillus* mayor que las carnes congeladas. Esto se debió probablemente al efecto modificador del empaque al vacío sobre la microflora bacteriana de estas carnes, provocando un mayor crecimiento de los *Lactobacillus* [11, 16, 22] lo cual se acompaña con formación de ácido láctico principalmente y la consecuente caída del pH [20, 24, 27].

Estos resultados demuestran otra de las ventajas que puede ofrecer el empaçado de las carnes al vacío, ya que las condiciones observadas en éstas, favorecen su utilización en la elaboración de productos cárnicos fermentados, donde la caída del pH y el número de *Lactobacillus* presentes, juegan un rol primordial en la textura y también en el desarrollo del sabor [1], además de un efecto preservativo, resultando en un incremento de la vida útil del producto transformado [9, 14].

En este experimento también se compararon la CMEV por 14 días y la CMPC durante el mismo periodo de tiempo, en cuanto al número de *E. coli* y coliformes. Los resultados (datos no publicados) determinaron que la carne empaçada al vacío no presentó ni *E. coli*, ni coliformes, mientras que la carne molida congelada tampoco presentó *E. coli*, pero sí coliformes siendo la media obtenida 2,8 log ufc/g.

Estos resultados pueden deberse a que el empaçado al vacío prolonga la vida útil de la carne al inhibir la flora psicotrofa Gram negativa, principal responsable de la alteración de estos alimentos cuando se mantiene en aerobiosis bajo refrigeración [22]. Además, los *Lactobacillus* que crecen en la carne causan interferencia microbiana sobre bacterias patógenas a través de distintos mecanismos tales como competencia de nutrientes y oxígeno, competencia por sitios de adhesión y por la producción de una amplia gama de sustancias inhibitorias, principalmente ácido láctico, así como también ácido acético, acetoina, diacetilo, peróxido de hidrógeno, reuterina y bacteriocinas [5, 14, 15, 21, 25].

La TABLA III muestra las medias correspondientes a pH y pérdidas por cocción de los diferentes productos cárnicos fermentados durante la realización del tercer experimento. En ella se observa que hubo diferencias significativas para el pH ( $P < 0,01$ ) y para pérdidas por cocción ( $P = 0,02$ ).

Los productos fermentados elaborados con la CMEV mostraron valores de pH más bajos en comparación con los elaborados con las CMPC y CMPC con agregado de cultivo iniciador. Esto pudiera deberse al hecho que la CMEV al inicio, ya contaba con pH más bajo que la CMPC, tal como se evidencia en la TABLA II y que a pesar de agregarle cultivo iniciador a la CMPC, el pH de esta bajó pero no llegó a igualar al de los productos fermentados elaborados con la CMEV.

Los productos elaborados con la CMPC con agregado de cultivo iniciador obtuvieron valores de pH más bajo que los productos hechos con CMPC sin agregado de cultivo.

La pérdida por cocción fue afectada por los tratamientos. Los productos fermentados elaborados con CMPC mostraron menores pérdidas por cocción, diferenciándose estadísticamente de los otros tratamientos. Este comportamiento pudo deberse a que estas carnes presentaron los valores de pH más altos y por tanto una mayor capacidad de retención de agua.

Las pérdidas de peso por fermentación no fueron afectadas por los tratamientos ( $P > 0,05$ ), presentando los productos cárnicos en promedio una pérdida de peso de 4,45% durante este proceso.

En la TABLA IV se observan las medias correspondientes a valores de pH, porcentaje de pérdida de peso durante la fermentación y porcentaje de pérdidas por cocción de los diferentes productos cárnicos fermentados durante el proceso de fermentación que involucró 24 y 48 horas.

El tiempo de fermentación influyó en el pH, las pérdidas de peso durante la fermentación y las pérdidas de peso por cocción ( $P < 0,01$ ). A medida que se prolongaba el tiempo de fermentación, el pH disminuía, mientras que la pérdida de

**TABLA II**  
**MEDIAS ± ERRORES TÍPICOS PARA EL pH, Y *Lactobacillus* EN CARNE MOLIDA EMPACADA AL VACÍO POR 14 DÍAS Y EN CARNE MOLIDA CONGELADA DURANTE 14 DÍAS**

Tratamientos	pH	<i>Lactobacillus</i> *
	Medias ± Error Típico	Medias ± Error Típico
CMEV	5,55 <sup>a</sup> ± 0,05	5,88 <sup>a</sup> ± 0,39
CMPC	5,80 <sup>b</sup> ± 0,05	3,05 <sup>b</sup> ± 0,43

<sup>a,b</sup> Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ). \*Expresado en log ufc/g.

**TABLA III**  
**MEDIAS ± ERRORES TÍPICOS CORRESPONDIENTES A pH Y PÉRDIDAS POR COCCIÓN DE LOS DISTINTOS PRODUCTOS CÁRNICOS FERMENTADOS ELABORADOS CON LAS DIFERENTES CARNES**

Productos Cárnicos Fermentados	pH	Pérdidas por Cocción (%)
	Medias ± Error Típico	Medias ± Error Típico *
CMPC + cultivo iniciador	5,40 <sup>b</sup> ± 0,029	35,25 <sup>a</sup> ± 1,71
CMPC	5,50 <sup>a</sup> ± 0,025	28,39 <sup>b</sup> ± 1,48
CMEV por 14 días	5,07 <sup>c</sup> ± 0,025	32,55 <sup>a</sup> ± 1,48

<sup>a,b,c</sup> Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ). \*  $P = 0,02$ .

**TABLA IV**  
**MEDIAS ± ERRORES TÍPICOS OBTENIDAS PARA pH, PÉRDIDAS DE PESO DURANTE LA FERMENTACIÓN A 16°C Y PÉRDIDAS POR COCCIÓN, EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS FERMENTADOS**

Tiempo de Fermentación (h)	pH Medias ± Error Típico	Pérdidas de Peso (%) por Fermentación Medias ± Error Típico	Pérdidas por Cocción (%) Medias ± Error Típico
24	5,45 <sup>a</sup> ± 0,02	2,35 <sup>a</sup> ± 1,58	29,71 <sup>a</sup> ± 1,28
48	5,19 <sup>b</sup> ± 0,02	7,20 <sup>b</sup> ± 1,58	34,41 <sup>b</sup> ± 1,28

<sup>a,b</sup> Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente (P<0,01).

**TABLA V**  
**MEDIAS ± ERRORES TÍPICOS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LOS TRATAMIENTOS Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN DE ACUERDO A LAS VARIABLES EN ESTUDIO**

Tratamiento	Tiempo (h)	pH * Medias ± ET	Pérdidas de Peso (%) Medias ± E T	Pérdidas por Cocción (%) Medias ± E T
CMPC + cultivo iniciador	24	5,59 <sup>a</sup> ± 0,04	3,68 <sup>a</sup> ± 3,00	35,33 <sup>a</sup> ± 2,42
CMPC + cultivo iniciador	48	5,22 <sup>c</sup> ± 0,04	11,43 <sup>a</sup> ± 3,00	40,17 <sup>a</sup> ± 2,42
CMPC	24	5,59 <sup>a</sup> ± 0,04	1,85 <sup>a</sup> ± 2,60	29,02 <sup>a</sup> ± 2,10
CMPC	48	5,40 <sup>b</sup> ± 0,04	6,36 <sup>a</sup> ± 2,60	27,75 <sup>a</sup> ± 2,10
CMEV por 14 días	24	5,18 <sup>c</sup> ± 0,04	1,53 <sup>a</sup> ± 2,60	29,77 <sup>a</sup> ± 2,10
CMEV por 14 días	48	4,96 <sup>d</sup> ± 0,04	3,86 <sup>a</sup> ± 2,60	35,33 <sup>a</sup> ± 2,10

\*Medias en la mismas columna marcadas con letras distintas difieren estadísticamente (P<0,01).

peso durante la fermentación y la pérdida de peso por cocción se incrementaban independientemente del tratamiento utilizado. A las 24 h de fermentación los productos cárnicos presentaron medias de pH, porcentaje de pérdida de peso durante la fermentación y porcentaje de pérdida por cocción de 5,45; 2,35 y 29,71 respectivamente, valores que se diferenciaron estadísticamente (P<0,01) de las medias obtenidas durante la fermentación a las 48 h, tanto para pH (5,19); pérdida de peso durante la fermentación (7,20); así como para las pérdidas por cocción (34,41).

La disminución del pH a medida que se prolonga el tiempo de fermentación de 24 a 48 h, probablemente se deba a la acción de los microorganismos (*Lactobacillus*) sobre los azúcares presentes en el producto, dando como resultado la producción de ácido láctico con la consecuente caída del pH. Esta disminución del pH lo acerca al punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas, punto donde existe la menor solubilidad de las proteínas, traduciéndose en una menor capacidad de retención de agua evidenciándose en una mayor pérdida de peso durante la fermentación y por cocción a las 48 h de fermentación en comparación a los valores obtenidos a las 24 horas.

En la TABLA V se presentan las medias y errores típicos para la interacción entre los tratamientos y el tiempo de fermentación para la variable pH, pérdida de peso durante la fermentación y pérdida por cocción. El pH fue la única variable donde esta interacción resultó ser significativa (P < 0,01). Los productos elaborados con CMPC más cultivo iniciador y los elaborados con CMPC mostraron los pH más altos a las 24 h de fermentación diferenciándose estadísticamente de los pro-

ductos elaborados con CMEV por 14 días, las cuales obtuvieron un pH de 5,18.

Este comportamiento se debe probablemente a que la materia prima presentaba un pH menor y mayor cantidad de *Lactobacillus* que la CMPC (TABLA II) presentando los productos elaborados con ésta, valores de pH menores a las 24 h e incluso a las 48 h de fermentación, que aquellos productos cárnicos elaborados con los otros tipos de carnes.

Los productos elaborados con CMPC más cultivo iniciador presentaron valores de pH similares a los productos elaborados con CMPC (control), esto se debe probablemente a que el cultivo iniciador agregado, a las 24 horas de fermentación aun se encontraba en fase de adaptación, ya que pasaba de un medio de cultivo (caldo MRS) a otro (carne), esto queda evidenciado a las 48 h de fermentación donde los productos cárnicos elaborados con CMPC más cultivo iniciador presentaron medias de pH inferiores a los obtenidos por los productos elaborados con CMPC; 5,22 vs 5,40; sin embargo, éste no bajó lo suficiente para alcanzar los valores obtenidos por los productos elaborados con CMEV durante 14 días (4,96), valor de pH considerado normal para estos productos fermentados [3, 27].

La TABLA VI presenta los coeficientes lineales de correlación entre el pH, la pérdida de peso durante la fermentación y la pérdida por cocción. Se encontró una asociación negativa y baja entre el pH y la pérdida de peso por fermentación, igualmente la asociación del pH con la pérdida por cocción fue negativa. Por otro lado, la correlación entre la pérdida de peso por fermentación y la pérdida por cocción fue extremadamente baja.

**TABLA VI**  
**CORRELACIONES DE PEARSON ENTRE LAS VARIABLES**  
**BAJO ESTUDIO**

	pH	Pérdidas de Peso durante la Fermentación
Pérdidas de peso por fermentación	-0,18	
Pérdidas por cocción	-0,33	0,08

## CONCLUSIONES

El tiempo óptimo de empacado al vacío de la carne molida correspondió a un periodo de 14 días, ya que se obtuvo un buen crecimiento de los *Lactobacillus* en este tiempo, además, éste no se diferenció estadísticamente del observado a los 21 días.

La carne molida de res empacada al vacío durante 14 días presentó, menor pH, mayor número de *Lactobacillus* y mejores condiciones sanitarias que la carne molida congelada durante el mismo periodo de tiempo.

El empacado al vacío de la carne molida de res demostró ser una excelente técnica en la elaboración de productos cárnicos fermentados, procedimiento alternativo, que pudiera sustituir el empleo de cultivos iniciadores en la elaboración de productos fermentados tradicionales.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de carnes molidas empacadas al vacío por un periodo de 14 días a 2°C, en la elaboración de productos cárnicos fermentados.

Continuar las investigaciones en el área, para determinar variables no incluidas en esta investigación, tales como lo referente al análisis sensorial y métodos de sustitución parcial de la carne utilizada para elaborar productos fermentados por carne empacada al vacío durante 14 días.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Humanístico y Científico (CONDES), Centro Cárnico del Parque Tecnológico de LUZ y Facultad de Ciencias Veterinarias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AHMET, Y.; GOKALP, H.; CON, A. Some characteristics of lactic acid bacteria present in commercial sucuk samples. **Meat Science**, 49: 387-397. 1998.

- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis of the AOAC. 15<sup>th</sup> Ed, Arlington, Virginia: 931-935. 1990.
- [3] ASTIASARÁN, I.; VILLANUEVA, R.; BELLO, J. Analysis of proteolysis and protein insolubility during the manufactures of some varieties of dry sausage. **Meat Science**, 28, 111-117. 1990.
- [4] BARBOZA, Y.; MÁRQUEZ, E.; ARIAS DE M., B.; FARIA, J.; CASTEJÓN, O. Utilización de plasma sanguíneo de bovino como fuente proteica en la formulación de un medio de cultivo para *Lactobacilos*. **Revista Científica**, FCV-Luz. Vol IV: (1) 55-59.1994
- [5] BAREFOOT, F.; NETTLES, G. Antibiosis revisited: bacteriocins produced by dairy starter cultures. **J. Dairy Sci.** 76: 2366-2379. 1993.
- [6] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN 3276). Alimentos. Recuento de Coliformes y de *Escherichia coli*. Método en placa con películas secas rehidratables (Petrifilm). 1997.
- [7] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN 792-82). Carne de bovino. Definición e identificación de las piezas de una canal 1982.
- [8] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN 902-78). Alimentos. Método para recuento de microorganismos aerobios en placas de petri (1ª revisión). 1978.
- [9] DAINY, R., H.; MACKEY, B.M. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill - stored meat spoilage processes. **J. Appl. Bacteriol.** 73, 103S-114S. 1992.
- [10] DE MAN J., ROGOSA M., SHARPE, M. A medium for the cultivation of lactobacilli. **J. Appl. Bacteriol.** 23: 130-135. 1960.
- [11] GILL, C.O. Extending the storage life of raw chilled meats. **Meat Science**, 43: S99-S109. 1996.
- [12] HAMMES, W.; HERTEL, C. New developments in meat starter cultures. 44<sup>th</sup> ICoMST, Barcelona, España. Vol. I. p. 182-191. 1998.
- [13] HUERTA-LEIDENZ, N.; JEREZ-TIMAURE, N.; RODAS-GONZALEZ, A.; ARISPE, M.; RIVERO, J.M. Observaciones preliminares sobre el uso de tecnologías postmortem para mejorar la calidad de carne de bovinos venezolanos de diferentes tipo racial, condición sexual y edad. **Revista Científica**, FCV-LUZ. Vol VII (2): 123-132.1997.
- [14] HUGAS, M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat products. **Meat Science**, 49: S139-S150. 1998.

- [15] JUVEN, J.; SCHVED, F.; LINDNER, P. Antagonistic compounds produced by a chicken intestinal strain of *Lactobacillus acidophilus*. **J. Food Protection**. 55: 157-161. 1992.
- [16] LABADIE, J. Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. **Meat Science**, 52: 299-305. 1999.
- [17] LEISTNER, F. The essential of production stable and safe raw fermented sausages. In: **New technologies for meat y meat products**. Smulders F. J. M., Toldrá F., Flores J. y Prieto M. (ed.), pp: 1-18. EC-CEAMST. 1992.
- [18] MARTIN F., G. Statistical Design and Analysis. Notes for STA 6209. Design and Analysis of Experiments. **University copy center**. Class notes, 2-4 a 2-7. University of Florida. 1997.
- [19] MERCK. **Manual de Medios de Cultivo**. Alemania. pp. 140. 1994.
- [20] MOLLY, K.; DEMEYER, D.; CIVERA, T.; VERPLAETSE, A. Lipolysis in a Belgian sausage: Relative Importance of endogenous and bacterial enzymes. **Meat Science**. 43, 235-244. 1996.
- [21] OKEREKE, R.; MONTVILLE, K. Bacteriocin inhibition of *Clostridium botulinum* spores by lactic acid bacteria. **J. Food Protection**. 54: 349-353. 1991.
- [22] ORDOÑEZ, J.; CAMBERO, M.; FERNÁNDEZ, L.; GARCÍA, M.; GARCÍA, G.; DE LA HOZ, L.; SELGAS, M. **Tecnología de los alimentos. Volumen II Alimentos de origen animal**. Editorial Síntesis, S.A. Madrid - España. pp. 230-237. 1998.
- [23] RUIZ, R.J.; BARBOZA, Y.; BRIÑEZ, W.; ROMÁN, R.; MÁRQUEZ, E. Elaboración de un producto cárnico fermentado con *L. plantarum* utilizando plasma de bovino como medio de cultivo. **Revista Científica**, FCV-LUZ. Vol IX (3): 183-188. 2001.
- [24] RUST, R. Productos embutidos. En: **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. Price J. & Schweiger B. S. (ed.). pp.415-440. 1994.
- [25] SPELHAUG, R.; HARLANDER, K. Inhibition of food-borne bacterial pathogens by bacteriocins from *Lactococcus lactis* and pediococcus. **J. Food Protection**. 52: 856-862. 1989.
- [26] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). **User's Guide**. Versión 8. Institute Inc.; Cary, NC: U.S.A. 1999.
- [27] ZALACAIN, I.; ZAPELENA, M.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Dry fermented sausages elaborated with lipase from *Candida cylindracea*. Comparison with traditional formulations. **Meat Science**. 40: 55-61. 1995.