

# EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO HIGIÉNICO AL PROCESAR HAMBURGUESAS EN UNA PEQUEÑA PLANTA DE MARACAIBO

## Evaluation of The Hygienic Performance of Hamburger Process in a Small Plant of Maracaibo

Claudia A. Narváez<sup>1</sup>, Katynna C. Parra<sup>2</sup>, Nelson Huerta-Leidenz<sup>3</sup> y Argenis Rodas-González<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad Experimental de Ciencias. <sup>2</sup>Facultad de Medicina. <sup>3</sup>Facultad de Agronomía. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

### RESUMEN

Para medir fuentes probables y niveles de contaminación en una pequeña planta local procesadora de hamburguesas, se recolectaron 38 muestras cada 15 días de los ingredientes proteicos: recortes cárnicos en bloques congelados (BLOCAR), carne molida recuperada para reprocesar (REPROCAR) y soja texturizada rehidratada y congelada (SOJATEX) durante 5 semanas. De las distintas fases operativas (Troceado, Mezclado-Molido, Moldeado y Empacado) se tomaron 56 muestras y del agua a utilizar en el proceso se tomaron 14 muestras; obtenidas durante 7 semanas. Se hicieron recuentos de aerobios mesófilos (AM), coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* (EC). El método de mínimos cuadrados determinó varianza por efecto de la interacción ingrediente x semana ( $P < 0,05$ ), para AM, CT y CF, indicando que la REPROCAR tendió a elevados recuentos de AM ( $x = 6,30 \log_{10} \text{ ufc/g}$ ) y CT ( $x = 3,80 \log_{10} \text{ NMP/g}$ ) claramente en semanas intermedias, pero igualando en otras semanas a la SOJATEX o BLOCAR. BLOCAR mantuvo niveles ligeramente elevados de CF ( $x = 2,99 \log_{10} \text{ NMP/g}$ ). Ingredientes variaron en EC ( $P = 0,06$ ) encontrándose rangos de 0,47 a  $3,96 \log_{10} \text{ NMP/g}$ . La interacción fase operativa x semana ( $P < 0,05$ ), indicó diferentes grados de contaminación en fases de procesamiento dependiendo de la semana. El empaado (producto final) mostró menores niveles de contaminación, en la mayoría de las semanas, con promedios  $\log_{10}$  AM: 5,78 ufc/g, CT: 3,18 NMP/g, CF: 2,68 NMP/g. y EC: 1,54 NMP/g. Los altos niveles de contaminación en planta se atribuyen a fallas en la aplicación de programas sanitarios y ausencia de buenas prácticas de manufactura.

**Palabras clave:** Hamburguesa, soja texturizada, aerobios mesófilos, coliformes, *E. coli*.

### ABSTRACT

In order to determine the contribution of some potential sources and levels of contamination at a small processing plant of beef hamburgers, thirty-eight samples were collected during 5 weeks from the following protein ingredients: industrial raw meat in frozen blocks (MEATBK), ground meat recovered for reprocessing (RECMEAT) and rehydrated texturized soy frozen in blocks (TSB); fifty-six samples of products derived from four different operative phases (chopping, blending-grinding, forming and packing) and fourteen samples of water obtained during 7 weeks. Microbiological analyses per sample included aerobic plate count (APC), total coliform count (TCC), fecal coliform count (FCC) and *E. coli* count (ECC). The least squares procedure detected a significant ( $P < 0.05$ ) sampling week x ingredient interaction for APC, TCC and FCC; RECMEAT generally remained with higher levels of APC ( $x = 6.30 \text{ ufc/g } \log_{10}$ ) and TCC ( $x = 3.80 \text{ NMP/g. } \log_{10}$ ) particularly during the intermediate weeks, but reached the same microbial levels of TSB or MEATBK in other weeks. The MEATBK maintained slightly higher counts of FCC ( $x = 2.99 \text{ NMP/g. } \log_{10}$ ). For EC, an ingredient effect was observed ( $P = 0.06$ ) and counts ranged from 0.47 to  $3.96 \text{ NMP/g. } \log_{10}$ . A sampling week x processing phase interaction ( $P < 0.05$ ) indicated that no phase remained constant on its contamination degree. The packaging phase (final product) showed lower levels of contamination with count ( $\log_{10}$ ) averages of APC: 5.78 ufc/g, TCC: 3.18 NMP/g, FCC: 2.68 NMP/g. and ECC: 1.54 NMP/g. Higher levels of microbial contamination found in this processing plant are attributed to poor manufacturing practices and lack of standard sanitary programs.

**Key words:** Raw meat, hamburgers patties, texturized soy, aerobic plate count, coliform counts, *E. coli*.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha crecido el interés mundial por la seguridad de los productos elaborados con carnes rojas, específicamente la carne molida y sus productos asociados (i.e., hamburguesas), debido a la relación entre su consumo y el padecimiento de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) [13]. Si bien muchas de las hamburguesas de carne de res producidas en Venezuela provienen de plantas grandes y medianas y, se venden en las cadenas (franquicias) de servicio rápido de alimentos que establecen estrictos controles higiénicos del proceso, existe una producción masiva de hamburguesas a bajo costo, menos controlada. La creciente demanda de hamburguesas de bajo costo es atendida por miniempresas familiares de carácter artesanal o pequeñas plantas procesadoras, que producen hamburguesas sin ningún control sanitario para atender la demanda de los expendios ambulantes, estos últimos representan una realidad palpable de la economía informal en Maracaibo y en otras importantes ciudades del país. La calidad sanitaria de la carne para elaborar hamburguesas puede ser estimada con el uso de indicadores microbiológicos (AM, CT y EC). Estos indicadores permiten evaluar las condiciones higiénico-sanitarias del proceso, advierten sobre la posibilidad de encontrar patógenos y dan, una idea de la calidad del producto final, en términos de la duración de su vida útil [3, 12].

En la actualidad no se cuenta con normas gubernamentales que indiquen niveles microbianos aceptables de la carne que es expedida por los mataderos a las fábricas procesadoras de hamburguesas. Por tal motivo, aparentemente, cada planta procesadora establece sus niveles microbianos aceptables para garantizar la inocuidad de su producto final. El monitoreo de los niveles de contaminación y la presencia de microorganismos es un paso importante en el establecimiento de programas de buenas prácticas de manufactura (BPM) y de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) [7].

El objetivo de esta investigación fue evaluar el desempeño higiénico-sanitario del proceso de producción de hamburguesas en una pequeña planta local, determinando la fuente y

midiendo el grado de contaminación microbiológica de productos parciales y producto final.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

El estudio se realizó en una fábrica de hamburguesas ubicada en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia. El volumen de producción de esta empresa se consideró como de pequeña escala, siendo para el momento del estudio, de aproximadamente 120 kg por día. La producción era destinada principalmente al mercado de expendios ambulantes de comida rápida de la ciudad y pequeños supermercados, lo cual constituye un canal de comercialización importante de este tipo de producto en el país.

Las muestras de ingredientes proteicos, no proteicos (agua) y productos derivados de fases operativas, se tomaron una vez por semana (día Martes), en 7 muestreos con intervalos de 15 días. En cada muestreo se fusionaron muestras para efectuar "pools" (agrupamientos), 2 por ingrediente y 2 por producto derivado de cada fase operativa. Cada pool de muestras tenía un peso aproximado de 1,5 – 2,0 kg. A continuación se explica con detalle el procedimiento de muestreo por ingredientes y fases operativas.

Los ingredientes proteicos considerados fueron: recortes de carne en bloques congelados (BLOCAR), carne molida recuperada para reprocesar (REPROCAR) y soja texturizada rehidratada en bloques congelados (SOJATEX). Durante las semanas 1 y 7 no se pudieron tomar las muestras de SOJATEX y REPROCARNE. Por lo tanto, sólo se recolectaron un total de 38 muestras de ingredientes proteicos en un ciclo de 5 semanas alternas, TABLA I. De los bloques congelados (BLOCAR y SOJATEX) se tomaban las muestras de diferentes áreas con un sacabocados a medida que se iban sacando los bloques para ser troceados. Para representar BLOCAR, se muestrearon de 11 a 12 bloques, tomando 166 g de cada uno de ellos. De SOJATEX se muestrearon 5 a 6 bloques, tomando 330 g de cada uno. La empresa procesaba en promedio, 23 bloques de BLOCAR y 13 de SOJATEX diarios.

**TABLA I**  
**NÚMERO DE MUESTRAS RECOLECTADAS POR INGREDIENTE Y SEMANA DE MUESTREO**

Ingredientes	Semana de Muestreo							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Bloque de Carne	2	2	2	2	2	2	2	14
Carne Recuperada	2	2	2	2	2	2	—	12
SOJATEX	—	2	2	2	2	2	2	12
Agua	2	2	2	2	2	2	2	14
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>52</b>

SOJATEX: Bloque de soja texturizada reconstituida congelada.

El agua, el único ingrediente no proteico considerado, estuvo representado por un total de 14 muestras en un ciclo de 7 semanas alternas, TABLA I. El agua utilizada en planta para las labores normales (como vehículo para reconstituir la soja deshidratada, aseo diario, etc.) provenía de dos fuentes: la red principal del acueducto municipal y del tanque de almacenamiento de agua de la planta; cada fuente de agua tenía salidas individuales en la sala de procesamiento (1 grifo para cada salida de agua). La fuente de agua muestreada dependió de la disponibilidad de la misma; en la mayoría de las semanas de muestreo provino del tanque de almacenamiento. Cada muestra de agua consistió en un volumen individual aproximado de 400 mL. Dependiendo de su procedencia, la muestra de agua se tomaba del grifo correspondiente con un frasco estéril.

Los productos de las distintas fases operativas (troceado, mezclado-molido, moldeado y empacado) estuvieron representados por un total de 56 muestras en un ciclo de 7 semanas, TABLA II. El producto derivado de cada fase operativa, fue tomado de diferentes estratos de la masa cárnica (fondo, centro y superficie), consistiendo en total de una masa alrededor de 330 g por cada fase operativa. De la fase de empacado (producto terminado) se tomaron al azar 4 paquetes de diferentes cajas que pesaban un total de 800 g.

Las muestras tanto de ingredientes como de fases operativas, fueron tomadas a lo largo del todo el proceso, durante el día de producción, en subprocesos sucesivos (rondas) de dos bloques cada uno. Así se muestrearon un total de 6 rondas por día de un total aproximado de 12 rondas diarias.

Después de recolectadas las muestras, se mantuvieron refrigeradas en cavas con hielo seco a 4°C, para luego ser trasladadas al laboratorio, a excepción de las muestras del producto terminado, que se tomaron al día siguiente, ya que las hamburguesas debían permanecer bajo congelación 24 horas antes del empaque. Una vez transportadas y recibidas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias, las muestras se procesaron para el diagnóstico microbiológico, dentro de un lapso de 6 horas después de haber sido tomadas.

### Análisis microbiológico

Se siguieron las técnicas descritas por la FDA [9] para la determinación del recuento de Aerobios Mesófilos (AM), NMP

de Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF) y *E. coli* (EC). En todas las muestras (excepto el agua) se realizaron 7 diluciones ( $10^{-1}$  -  $10^{-7}$ ). Las muestras de agua fueron procesadas según la técnica de fermentación en tubos múltiples [1].

### Análisis estadístico

Se aplicaron dos modelos factoriales de parcelas divididas en el tiempo, para conocer el comportamiento de ingredientes y fases operativas como efectos principales. El primer modelo de análisis de varianza se utilizó para estudiar el efecto de los ingredientes proteicos y el segundo modelo se aplicó para estudiar el efecto de fase operativa. Para ambos análisis los recuentos bacterianos se transformaron a valores de  $\log_{10}$ . Los datos así transformados se analizaron con el paquete denominado Sistemas de Análisis Estadístico SAS [14]. Al detectar el efecto significativo ( $P < 0,05$ ), las medias ajustadas del tratamiento se compararon utilizando la prueba de medias mínimo cuadráticas. Las muestras de agua no se incluyeron en ningún modelo; sólo se obtuvieron los valores promedios aritméticos y las medidas de dispersión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Calidad microbiológica del agua

El agua, al ser contrastada con las normas sanitarias venezolanas para agua potable [10] se observó que en las semanas 1 y 4, FIGS. 1 y 2, el agua procedente del acueducto municipal, mostró bajos recuentos de AM y CT ( $< 2 \log_{10}$  ufc/mL para AM y de  $< 1,74 \log_{10}$  NMP/mL para CT), cumpliendo, de esta manera, con los requerimientos exigidos. En cambio, para las semanas 2, 3, 6 y 7, el agua proveniente del tanque de almacenamiento de la empresa excedió los límites establecidos por la norma [10]; excepto en la semana 5, atribuido al hecho de que en esa semana se había higienizado el tanque.

### Calidad microbiológica de los ingredientes proteicos según la semana de muestreo

El análisis de varianza con el modelo 1 reveló efectos significativos ( $P < 0,05$ ) de ingrediente, semana de muestreo y su interacción sobre los recuentos de Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Ante la presencia

TABLA II  
NÚMERO DE MUESTRAS RECOLECTADAS POR FASE OPERATIVA Y SEMANA DE MUESTREO

Fases Operativas	Semana de Muestreo							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Troceado	2	2	2	2	2	2	2	14
Molido Mezclado	2	2	2	2	2	2	2	14
Moldeado	2	2	2	2	2	2	2	14
Empacado	2	2	2	2	2	2	2	14
Total	8	8	8	8	8	8	8	56

( $P < 0,05$ ) de la interacción cruzada, los efectos individuales de ingrediente o semana de muestreo fueron ignorados. En el caso de *E. coli* que no hubo interacción cruzada, se explican los efectos individuales ( $P < 0,05$ ).

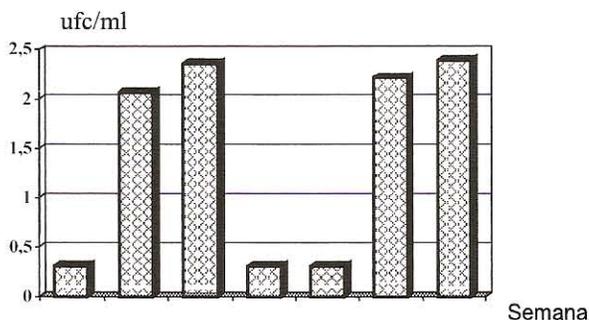
En la FIG. 3, se muestran los valores promedios de los recuentos de AM, CT y CF, para la interacción ingrediente x semana de muestreo ( $P < 0,01$ ). Al comparar los ingredientes en cada semana de muestreo, se puede apreciar que REPROCAR permaneció, en general, con niveles superiores de AM y CT, especialmente en la semana 5, igualando en algunas semanas a la SOJATEX ó BLOCAR. El BLOCAR se mantuvo con niveles un poco más elevados de CF al compararse con el resto de los ingredientes, especialmente en las semanas 4 y 5.

Estas observaciones evidencian problemas de manejo de los ingredientes en la planta, ya que, tanto BLOCAR como SOJATEX presentaron los mayores recuentos bacterianos. El comportamiento de la SOJATEX sorprende, ya que normalmente la soja texturizada o en polvo, sin reconstituir, presenta una baja humedad (<9%) lo cual dificulta un poco el crecimiento microbiano. Su variable calidad microbiológica se debió, probablemente, al deficiente control de calidad del agua utilizada en la planta, ya que la misma no cumplió con las normas en las semanas 2, 3, 6 y 7, como se menciona anteriormente. Estudios realizados por Bell y Shelef [2], ratifican que la soja texturizada seca, presenta generalmente, bajos recuentos microbianos, sin embargo acotan que los niveles microbianos en la soja reconstituida, pueden ser afectados por la calidad del agua utilizada. La pobre calidad del agua utilizada sumado a que en la planta se reconstituía toda la soja a ser utilizada en la semana en un solo acto, y colocada en gaveras usadas para carne troceada sin un aseo previo adecuado, probablemente contribuyó a los elevados recuentos encontrados.

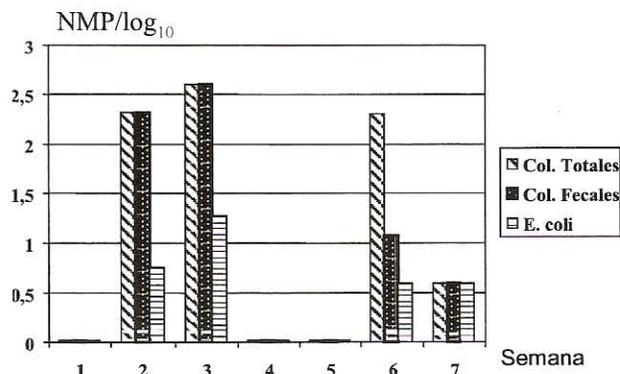
Otra situación que probablemente influyó en los recuentos elevados de la SOJATEX, es que esta muestra se congelaba en la misma cava donde se almacenaban los BLOCAR y la REPROCAR. Es muy probable que todo este manejo inadecuado favoreciera la contaminación cruzada, determinando altos recuentos de AM, CT, CF y EC.

El comportamiento durante las semanas de muestreo, para los indicadores AM, CT y CF, muestra que BLOCAR, REPROCAR y SOJATEX, presentaron un alza de los recuentos en la semana 4 ( $P < 0,05$ ); pero los CF disminuyeron notablemente ( $P < 0,05$ ) para REPROCAR en esa misma semana. Las muestras de SOJATEX presentaron también un repunte de los indicadores durante la semana 6 ( $P < 0,05$ ). Estas fluctuaciones de los indicadores se explican por el hecho de que la empresa no estaba aplicando programas operativos sanitarios estándar (SOP's) ni BPM, son de carácter obligatorio en Venezuela desde el año 1996 [11].

El efecto de ingrediente, estuvo cerca del nivel de significancia ( $P = 0,06$ ) para el indicador EC, FIG. 4. Al comparar



**FIGURA 1. RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN AGUA UTILIZADA EN PLANTA POR SEMANA DE MUESTREO.**



**FIGURA 2. RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y *E. coli* PARA EL AGUA UTILIZADA EN LA PLANTA POR SEMANA DE MUESTREO.**

las medias para ingredientes, se notó que BLOCAR superaba a los demás ingredientes en las semanas 1, 4 y 5; lo cual sugiere que éste ingrediente estuvo en contacto con material fecal.

En la TABLA III, se muestran los recuentos promedios para cada indicador por ingrediente proteico.

### Calidad microbiológica del producto derivado de las fases operativas según la semana de muestreo

El análisis de varianza del modelo 2, reveló la interacción ( $P < 0,05$ ) fase operativa x semana de muestreo sobre los recuentos de Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *E. coli*. Siendo cruzada esta interacción, se ignoraron los efectos individuales de fases operativas o semana de muestreo.

Al realizar una inspección visual previa al procesamiento en cada muestreo, con el fin de evaluar si se cumplía con la aplicación de SOP's, se observó que la limpieza de las superficies de contacto de la carne (mesas, cestas plásticas, utensilios

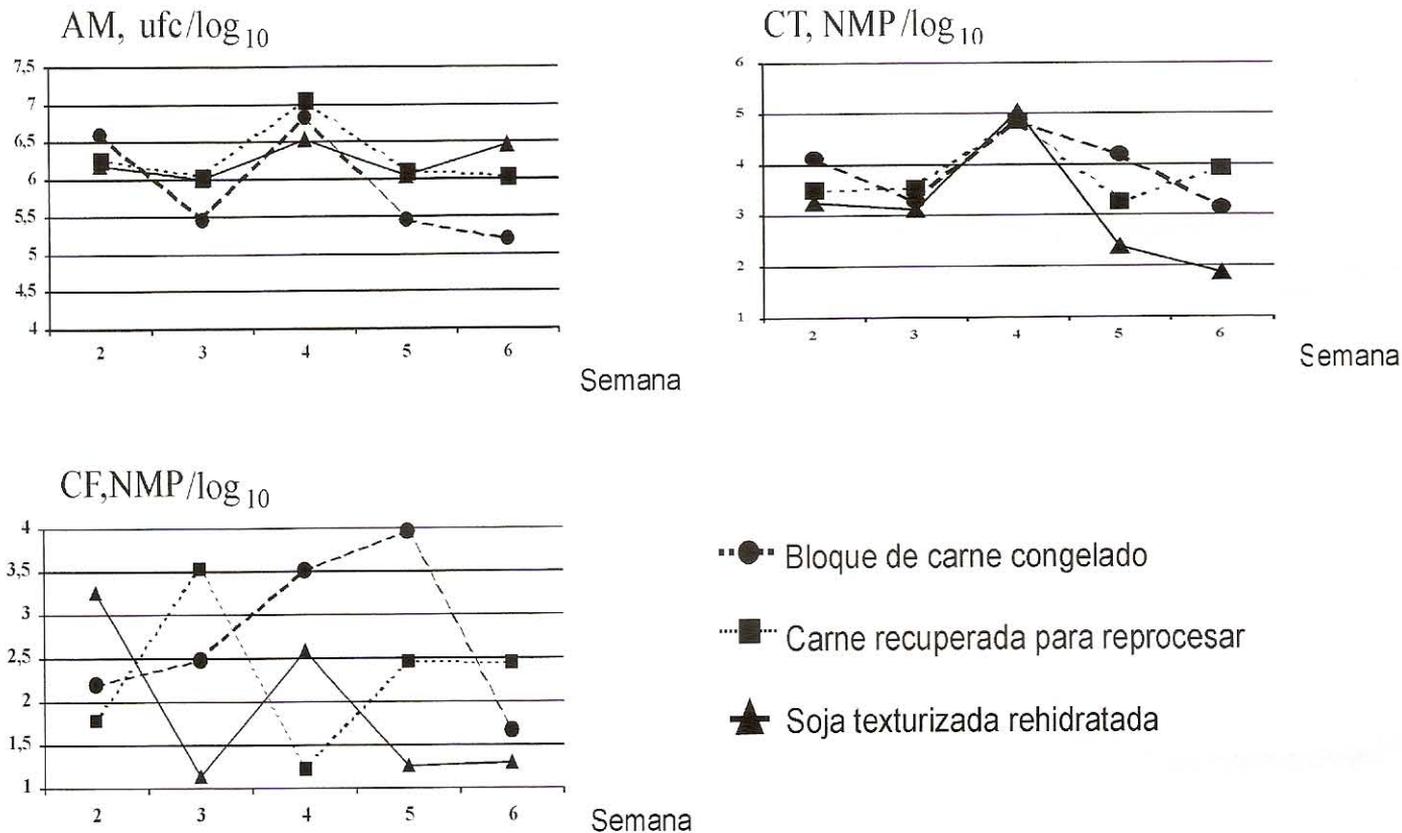


FIGURA 3. EFECTO DE LA INTERACCIÓN SEMANA DE MUESTREO X INGREDIENTE SOBRE EL RECUESTO DE AERÓBIOS MESÓFILOS (AM), COLIFORMES TOTALES (CT) Y COLIFORMES FECALES (CF).

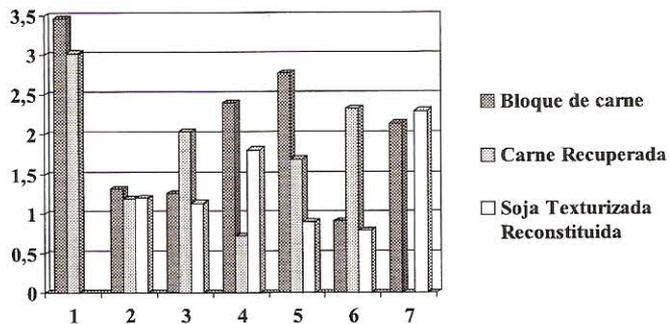
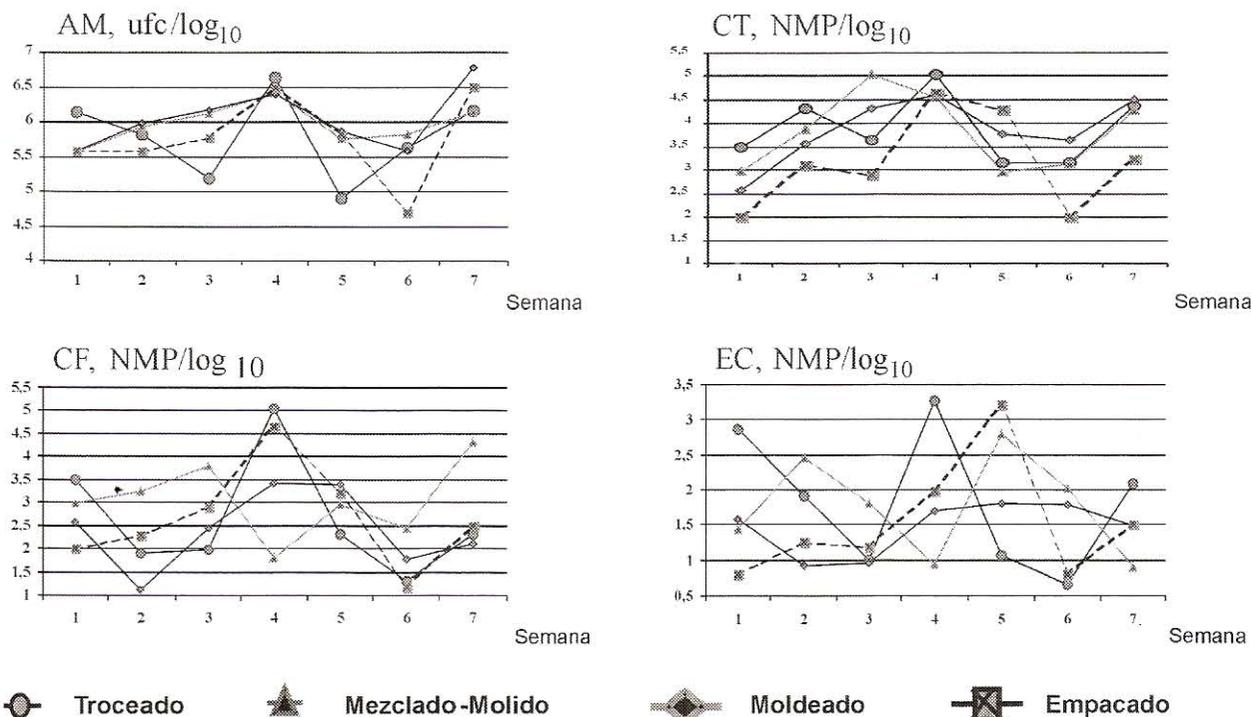


FIGURA 4. MEDIAS DE LOS RECUESTOS DE *E. coli* PARA INGREDIENTES.

lios), la limpieza general de la sala de procesamiento y de los equipos se consideró inadecuada, ya que se podían observar restos de masa cárnica adherida en todas las máquinas utilizadas antes de comenzar el día de trabajo. Tampoco hubo cumplimiento de las BPM. Es importante destacar que en esta planta no se controlaba la temperatura ambiental en la sala de procesamiento, la cual era relativamente elevada (27-30°C).

Los valores promedio de AM, CT, CF y *E. coli*, FIG. 5, muestran en general, mucha variabilidad entre fases durante las semanas de muestreo ( $P < 0,05$ ) para todos los indicadores. La fase que tendió a mostrar menores niveles de contaminación, en la mayoría de las semanas, fue la fase de empaclado, muy probablemente debido a daños subletales a las células por efecto de la congelación [8]. Quizás el nitrito adicionado como parte de la formulación del producto también ejerció algún efecto en el recuento bacteriano [6]. Todas las fases operativas, mostraron la misma tendencia de aumentar los recuentos en las semanas 4 y 7 ( $P < 0,05$ ), y disminuir hacia las semanas 5 y 6, para AM, CT, CF y EC; excepto en la fase de moldeado, evaluada con el indicador EC, el cual mantuvo recuentos muy similares ( $P < 0,05$ ) a lo largo de las diferentes semanas.

La semana 4 siguió a una semana feriado, con negligente limpieza de los equipos, lo que probablemente determinó la proliferación bacteriana en los mismos, durante los días que permanecieron sin uso. Al comenzar la semana de trabajo, sin el debido aseo previo de los equipos, hubo probablemente una recontaminación de la masa cárnica. Aunado a esto, los ingredientes también mostraron recuentos mayores en esta semana. El descenso de todos los recuentos en las semanas 5 y 6, puede explicarse, debido a la avería de algunas máquinas (la



**FIGURA 5. EFECTO DE LA INTERACCIÓN SEMANA DE MUESTREO X FASE OPERATIVA SOBRE EL RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS, COLIFORMES TOTALES (CF), COLIFORMES FECAL (CF) Y *E.coli* (EC).**

troceadora, el molino y la moldeadora), lo que obligó al desarmarse para su limpieza y reparación. Así, la empresa estuvo sin producir 15 días. Durante este lapso se limpiaron los pisos y el resto de las máquinas.

El aumento de recuentos de la semana 7 se debió al reemplazo de la materia prima cárnica inicial (que consistía únicamente de recortes de carne) por BLOCAR de cachete (carne industrial despostada de los carrillos, y otros músculos faciales del vacuno, que incluyen mucosas y glándulas), evidentemente de menor calidad, al presentar un color ligeramente verdoso y un olor anormal.

En la TABLA IV, se pueden observar los recuentos promedios para cada indicador por cada fase operativa.

**Producto derivado de la fase de empacado (producto terminado)**

El producto terminado estuvo dentro de los límites señalados para hamburguesas, TABLA V, en cuanto al recuento de AM (<7 log<sub>10</sub> ufc/g), según la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) [4]. Sin embargo, los recuentos se consideran elevados al compararlos con algunas normas internacionales (6 log<sub>10</sub> ufc/g) [12].

En cuanto a *E. coli*, durante varias semanas se cumplió con los límites (<93 NMP/a) establecidos por COVENIN [4] TABLA V, pero en las semanas 4 y 5, los recuentos violaron la norma. Esto coincidió con la presencia de mayores recuentos de *E. coli* en el BLOCAR para esas mismas semanas (para se-

mana 4, un máximo de 2,96 log<sub>10</sub> y para semana 5: 3,96 log<sub>10</sub>). Dado que la norma nacional COVENIN 2127 [4] no establece límites para NMP de CT y CF, los recuentos encontrados para estos indicadores no se pudieron comparar, TABLA V; sin embargo, la sola presencia de bacterias medidas por estos indicadores nos alertan, que en algún punto del proceso de producción hubo contacto con materia fecal, muy probablemente a nivel de la materia prima cárnica.

El hecho de que, en la mayoría de las semanas, el producto terminado lograra cumplir con los límites, puede también deberse al supuesto daño a las bacterias, por el congelamiento y la exposición a químicos bacteriostáticos o bactericidas. Sin embargo, esto no garantiza su inocuidad, ya que los resultados en todo el proceso, así como la observación visual, indican que no hubo cumplimiento de los SOP's ni BPM.

Finalmente, se informa que la empresa objeto de estudio, utilizaba un 40% de soja en la formulación de las hamburguesas, lo que probablemente comprometería la vida útil del producto; ya que en mezclas con niveles crecientes de soja, se ha comprobado que ocurre alteración de las hamburguesas con mayor rapidez [5, 2, 15].

**CONCLUSIONES**

Los recuentos inesperadamente altos en SOJATEX y RE-PROCAR, responden a serios problemas en el manejo de los ingredientes, e indican problemas de contaminación cruzada.

TABLA III

VALORES PROMEDIO (LOG<sub>10</sub>) DE LOS INDICADORES MICROBIOLÓGICOS POR INGREDIENTES PROTEICOS

Variable	Media	DE	Min.	Max.
<b>BLOCAR<sup>a</sup></b>				
A. Mesófilos ufc/gr	6.07	0.70	5.00	7.09
C. Totales NMP/gr	3.95	0.65	2.96	5.04
C.Fecales NMP/gr	2.99	0.97	1.39	4.38
<i>E. coli</i> NMP/gr.	2.04	1.09	0.60	3.96
<b>REPROCAR<sup>b</sup></b>				
A. Mesófilos ufc/gr	6.30	0.36	6.01	7.05
C. Totales NMP/gr	3.80	0.54	3.17	5.04
C. Fecales NMP/gr	2.53	1.13	1.00	3.87
<i>E. coli</i> NMP/gr.	1.83	1.09	0.60	3.87
<b>SOJATEX<sup>c</sup></b>				
A. Mesófilos ufc/gr	6.16	0.27	5.74	6.57
C. Totales NMP/gr	3.11	1.19	1.38	5.04
C.Fecales NMP/gr	2.13	1.21	0.47	4.32
<i>E. coli</i> NMP/g	1.35	0.71	0.47	2.62

a: n= 14 muestras b: n= 12 muestras C: n= 12 muestras DE: Desviación Estándar Min: Mínimo valor Max: Máximo valor BLOCAR: Bloque de carne industrial congelada REPROCAR: Carne recuperada para reproceso SOJATEX: Soja texturizada reconstituida congelada.

El saneamiento inadecuado de equipos, la adquisición de materia prima de baja calidad microbiológica, y la calidad variable del agua utilizada, son indicios de una gerencia no orientada a la preservación de la higiene del proceso y la inocuidad del producto terminado. Estas fallas permitieron que todas las fases operativas tuvieran similares grados de contaminación.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda la divulgación de los resultados obtenidos en este estudio, especialmente a los organismos gubernamentales, con el propósito de fortalecer el Sistema de Vigilancia de ETA, y establecer un mayor control en plantas procesadoras de hamburguesas, especialmente pequeñas y/o artesanales.

Se recomienda a las plantas procesadoras de hamburguesas a nivel nacional, que implanten una evaluación periódica de sus proveedores de materia prima cárnica, de manera de verificar si cumplen con las normas sanitarias y BPM, para procurar una materia prima de mejor calidad microbiológica.

Se necesita ampliar la información que permita establecer límites microbiológicos de la materia prima cárnica, para así garantizar un producto final más seguro.

Las pequeñas y medianas empresas, deben elaborar un programa de saneamiento, específico y cónsono con su flujograma de producción, donde se establezca el cumpli-

miento riguroso de medidas sanitarias. Igualmente, conducir auto-inspecciones que monitoreen la condición microbiológica del proceso. Esta será la única manera de establecer límites microbianos propios, partiendo de la carga microbiana inicial, la cual irá disminuyendo a medida que la planta vaya cumpliendo estrictamente con los programas de saneamiento pre-establecidos.

La deficiencia o inconsistencia en la aplicación de programas de saneamiento, la ausencia de programas SOP's y la ignorancia de BPM aquí detectadas, debe comprobarse en otras pequeñas plantas procesadoras de carne molida y aplicar los correctivos necesarios para mejorar calidad sanitaria del producto y resguardar la salud de los consumidores. Se debe realizar diversos estudios en mataderos y plantas procesadoras de productos cárnicos, para obtener la prevalencia de agentes patógenos presentes en carne de hamburguesas en Venezuela.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia por el financiamiento de esta investigación. Al personal del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias, donde se realizó toda la fase experimental, y a la planta objeto de estudio por la cooperación brindada durante la toma de muestras.

**TABLA IV**  
**VALORES PROMEDIO (LOG<sub>10</sub>) DE LOS INDICADORES MICROBIOLÓGICOS POR FASE OPERATIVA**

Variable	Media	DE	Min.	Max.
<b>Troceado<sup>a</sup></b>				
A. Mesófilos ufc/g	5.75	0.63	4.81	6.66
C. Totales NMP/g	3.75	0.95	1.96	5.04
C. Fecales NMP/g	2.62		1.00	5.04
<i>E. coli</i> NMP/g	1.83	1.05	0.47	3.64
<b>Molido-Mezcladob</b>				
A. Mesófilos ufc/g	5.97	0.32	5.39	6.45
C. Totales NMP/g	3.38	0.87	2.62	5.04
C. Fecales NMP/g	3.80	1.05	1.44	5.04
<i>E. coli</i> NMP/g	1.77	0.90	0.60	2.96
<b>Moldeadoc</b>				
A. Mesófilos ufc/g	6.16	0.49	5.09	6.60
C. Totales NMP/g	3.11	0.79	2.30	4.66
C. Fecales NMP/gr	2.13	1.29	0.60	4.66
<i>E. coli</i> NMP/gr	1.35	0.78	0.60	3.36
<b>Empacadod</b>				
A. Mesófilos ufc/gr	5.78	0.61	4.37	6.60
C. Totales NMP/gr	3.18	1.04	1.38	4.66
C. Fecales NMP/gr	2.68	1.10	1.00	4.66
<i>E. coli</i> NMP/gr	1.54	0.85	0.60	3.36

a: n= 14 muestras    b: n= 14 muestras    c: n= 14 muestras    d: n= 14 muestras    DE: Desviación Estándar    Min: Mínimo valor    Max: Máximo valor.

**TABLA V**  
**RECUESTRO DE INDICADORES EN PRODUCTOS TERMINADOS**

Indicadores	Semana							Límite	
	1	2	3	4	5	6	7	Min.	Max.
AM, ufc/g	3,9x10 <sup>4</sup>	4,5x10 <sup>5</sup>	6,15x10 <sup>5</sup>	3,2 x10 <sup>6</sup>	6,8 x10 <sup>5</sup>	6,6 x10 <sup>4</sup>	3,31 x10 <sup>4</sup>	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>7</sup>
CT, NMP/g	221	2,340	830	46,000	26,150	112	2000	-	-
CF, NMP/g	221	256	830	46,000	1,700	16	596	-	-
EC, NMP/g	6	19	15	189	1,750	6	32	43,0	93,0

<sup>a</sup>: límites establecidos por las Normas COVENIN 2127 (1998)    AM=recuento de aerobios Mesófilos    CT=Coliformes totales    CF=Coliformes fecales    EC=*E. coli*    NMP: Número más probable.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Fermentation Technique of the Coliform Group. In Eaton, A.D.; Clesceri, L. S.; Greenberg, A. E. (Eds). **Standard Methods for the Examination of Water and Waster Water**. 19<sup>th</sup> Ed. 44 -51. 1995.
- [2] BELL, W.N.; SHELEF, L.A. Availability and microbial stability of retail beef-soy blends. **J. Food Sci.** 43:315-333. 1978.
- [3] BROWN, M.H.; GILL, C.O.; HOLLINGSWORTH, J.; NICKELSON II, R. SEWARD, S.; SHERIDAN, J.J.; STEVENSON, T.; SUMNER, J.L.; THENOS, D..M.; USBORNE, W.R.; AND ZINK, D. The role of microbiological testing in systems for assuring the safety of beef. **International J. Food Microbiol.** 62: 7-16. 2000.
- [4] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). **Normas para Hamburguesas**. COVENIN 2127. Caracas. 4 pp. 1998.

- [5] CRAVEN, S.E.; MERCURI, A.J. Total aerobic and coliform counts in beef-soy patties during refrigerated storage. **J. Food. Protec.** 40: 112-115. 1977.
- [6] DAVIDSON, M. Chemical Preservatives and Natural Antimicrobial Compounds. In Doyle, M.P., Beuchat, L.R. and Montville, T.J. (Eds). **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**. Chap. 29. ASM Press, Washington D.C., EE.UU. 520-556. 1997.
- [7] EISEL, W.G.; LINTON, R.H.; MURIARA, P.M. A survey of microbial levels for incoming raw beef, environmental sources, and ground beef in a red meat processing plant. **Food Microbiol.** 14: 273-282. 1997.
- [8] FARKAS, J. Physical Methods of Food Preservation. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R.; Montville, T.J. (Eds). **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**. Chap. 28. ASM Press, Washinton D.C., EE.UU. 497-518. 1997.
- [9] FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Bacteriological Analytical Manual**. Published and Distributed by AOAC International. 8<sup>th</sup> Edition. 8-81. 1995.
- [10] Gaceta oficial de la República de Venezuela. N° 31.963. Art. 9. 4 pp 1980.
- [11] Gaceta oficial de la República de Venezuela. N° 36.081.Cap. II. 7 pp. 1996.
- [12] JAY, J.M. **Modern Food Microbiology**. New York, NY: Van Nostrand Reinhold. 1992.
- [13] KARR, K.J.; MARETZKI, A.N. AND KNABEL, S.J. Meat and poultry companies asses USDA's. Hazard Analysis and Critical Control Point System. **Food Technol.** 48 (2): 117-122. 1994.
- [14] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide: Statistics. S.A.S (Release 6.03), Cary, NC. 94 pp. 1989.
- [15] THOMPSON, S.G.; OCKERMAN, H.W.; CAHILL, V.R AND PLIMTON, R.F. Effect of soy protein flakes and added water on microbial growth and rancidity in fresh ground beef. **J. Food Sci.** 43: 289-291. 1978.