

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS PUNTOS CRÍTICOS EN LA CADENA DE PROCESAMIENTO DE UNA PLANTA BENEFICIADORA DE POLLOS DEL ESTADO ZULIA

Microbiological Evaluation of Critical Points of a Processing Plant of Broilers in Zulia State

María A. Valera Matos, Nelson Huerta-Leidenz y Obdulio Ferrer

Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 15205. Maracaibo 4005, Edo. Zulia, Venezuela.

RESUMEN

En una planta beneficiadora de pollos del estado Zulia, Venezuela, fueron evaluados microbiológicamente cuatro etapas en la cadena de procesamiento consideradas como puntos críticos de contaminación. Las muestras fueron tomadas de la canal, con hisopos, durante cuatro semanas consecutivas, una vez por semana: después del desplume (DD); antes del pre-enfriamiento (APE); después del pre-enfriamiento (DPE) y después del enfriamiento (DE), al inicio de la jornada de beneficio (momento I) y 4 h después (momento II). Fueron determinados los niveles de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), aerobios totales (AT) y presencia de Salmonellas. Se observó que los valores logarítmicos (\log_{10}) de los contajes de CT, CF y AT se incrementaron significativamente ($P < 0,05$) después del eviscerado de 0,99 a 1,68 log del Número Más Probable (NMP) de CT/cm², de 0,95 a 1,62 log NMP de CF/cm² y de 4,01 a 4,64 log del número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de AT/cm², lo cual sugiere que este punto del procesamiento es el más susceptible a la contaminación cruzada. Los contajes de CT, CF y AT disminuyeron de manera apreciable después del enfriamiento (de 1,53 a 0,63 log NMP de CT/cm², de 1,50 a 0,62 log NMP de CF/cm² y de 4,57 a 3,39 log UFC de AT/cm²). Fueron obtenidos contajes más elevados en el momento II, todas las semanas, en los puntos APE y DPE, indicando contaminación cruzada durante la evisceración y en el agua del tanque de pre-enfriamiento. Sólo una muestra resultó positiva para *S. enteritidis* en el punto DE. Se concluye que la evisceración es un punto crítico de contaminación, mientras que el enfriamiento reduce efectivamente los niveles de CT, CF y AT en las canales de pollo.

Palabras clave: Puntos críticos, coliformes, pollo, HACCP.

ABSTRACT

A microbiological evaluation was assessed in a broiler processing plant located at Zulia state, Venezuela. Carcasses were swabbed after defeathering, before and after prechilling and after chilling (as those points were considered to be critical for cross-contamination) at the beginning (Sampling Time I) and 4 h after initiation (Sampling Time II) of the daily operation, once a week, during four consecutive weeks, to complete a total of 128 carcasses. Counts of total coliforms (TC) and fecal coliforms (FC), plate counts for total aerobic (TA) and *Salmonella* incidence were determined. The average \log_{10} of TC y FC (log most probable number, MPN/cm²) and total plate counts of TA (log colony former units, CFU/cm²) increased significantly ($P < 0.05$) after evisceration (from 0.99 to 1.68, from 0.95 to 1.62, and from 4.01 to 4.64, respectively), indicating cross-contamination at this point. Levels of TC, FC and TA were reduced significantly after chilling ($P < 0.05$) from 1.53 to 0.63 log MPN TC/cm², from 1.50 to 0.62 log MPN FC/cm² and from 4.57 to 3.39 log CFU AT/cm². The effect of sampling time was significant across weeks before and after prechilling. Higher counts of TC, FC, and TA were detected at sampling time II, indicating cross-contamination during evisceration operation and by water contained in prechiller. Only one sample was positive to *S. enteritidis* after chilling. It was concluded that evisceration is the most critical point, probably due to inadequate manufacturing practices, while the chilling operation effectively reduced levels of TC, FC and TA of broiler carcasses in this plant.

Key words: Critical point, coliforms, broiler, HACCP.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista sanitario y de salud pública, en un alimento de consumo humano no deben existir microorganismos capaces de alterarlo o causar enfermedad en el consu-

midor. La presencia de tales microorganismos en las canales de pollo es indicativo de mal manejo durante el procesamiento, distribución o almacenaje.

Según la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para Alimentos, (ICMSF) [3], un punto crítico es una ubicación, práctica, procedimiento o proceso en el cual debe ejercerse un control sobre uno o más factores para minimizar o prevenir un riesgo. Esta definición es particularmente adecuada para los productos avícolas, ya que estimula la adopción de los puntos críticos de control para disminuir la contaminación con enteropatógenos, tales como *Salmonella*, durante la matanza y posterior manipulación de las canales [12].

Cuando las aves ingresan a la planta beneficiadora portan cierta carga microbiana cuya magnitud depende de las condiciones que prevalecen en las granjas criadoras y durante su transporte hasta la planta. En todas las plantas beneficiadoras de pollos existen numerosos puntos donde puede ocurrir la contaminación cruzada, tales como en la recepción y manejo de aves, el sacrificio, el escaldado y desplume, la evisceración, el enfriamiento, clasificación, empaque, despresado [9]. Las etapas del beneficio donde existe un alto riesgo de contaminación cruzada son consideradas como puntos críticos. La carga bacteriana del producto final está relacionada con la carga bacteriana inicial del pollo, por lo que la determinación de puntos críticos de contaminación y riesgos microbianos desde el ingreso del pollo vivo y durante el procesamiento, es imprescindible para garantizar la calidad microbiológica de dicho producto [12].

Por ser la carne de pollo un producto de consumo masivo a nivel regional y nacional, se seleccionó una planta local con el fin de iniciar un estudio sobre puntos críticos de control, para identificar los puntos más susceptibles de contaminación microbiológica durante el proceso de beneficio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del proceso

Después del escaldado, las canales se condujeron a la sección de desplumado y decapitación. Posteriormente, pasaron a través de una ducha de lavado para retirar suciedades de la piel. Este recorrido culminó con el corte de las patas, cayendo las canales en una banda transportadora que las condujo a la línea de evisceración. En esta etapa, se desprendieron parcialmente las vísceras de la cavidad abdominal. Luego, se separaron las vísceras comestibles (hígado y molleja) de las restantes, se extrajo el buche y se pasaron las canales a una ducha de lavado a presión para retirar restos de sangre y sucio de las mismas. Se realizó la inspección final para verificar la presencia de remanentes de vísceras. A continuación entraron a un tanque de pre-enfriamiento (PRECHILLER) que contenía agua a temperatura ambiente (25°C, aproximadamente), permaneciendo allí entre 8 y 15 min. Luego, fueron

transferidas al tanque de enfriamiento (CHILLER), el cual tenía una mezcla frigorífica de agua con hielo, cuya temperatura oscilaba entre 2 y 4°C y allí permanecieron de 30 a 45 min. A la mezcla frigorífica se adicionó hipoclorito de sodio en tres oportunidades, para mantener en el tanque una concentración aproximada de 50 ppm de cloro. La pérdida de agua por derrame y desagüe del tanque, se restituyó constantemente en el "prechiller" y en algunas ocasiones en el "chiller", que no tenía desagüe. Los tanques fueron vaciados totalmente para su limpieza al final de la jornada de procesamiento.

Canales de pollo

El muestreo para contajes microbianos se realizó en la pechuga de las canales de pollo, utilizando una plantilla estéril de cartón con un área de 13,2 cm². Los microorganismos se recolectaron empleando el método del hisopado [4], tomándose al azar en cuatro puntos de la cadena de procesamiento: a) después del desplume (a la salida de la ducha lavadora), b) antes del pre-enfriamiento (después de la evisceración), c) después del pre-enfriamiento (a la salida del PRE-CHILLER) y d) después del enfriamiento (a la salida del CHILLER). El muestreo se realizó una vez por semana, durante cuatro semanas consecutivas, haciéndose un muestreo de 4 pollos en cada punto crítico en dos momentos: al inicio de la jornada (Momento I) y 4 h después (Momento II), para un total de 32 pollos por semana. Inmediatamente después de la recolección, los hisopos con los microorganismos fueron colocados en botellas de dilución conteniendo agua peptonada estéril al 0,1%, cada muestra se agitó vigorosamente y se almacenó en una cava con hielo seco para ser transportada al laboratorio e iniciarse el análisis microbiológico aproximadamente después de 2,5 h.

Análisis microbiológico

En el laboratorio, las muestras de pollo en agua peptonada se agitaron manualmente durante 30 seg para iniciar la determinación de los recuentos totales de aeróbios mesófilos y de coliformes y recuentos de coliformes fecales.

Los niveles de aerobios mesófilos totales (AT) se determinaron por duplicado mediante diluciones seriadas de cada muestra, según el método de recuento en placas de Petri recomendado por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA) [1]. La estimación de coliformes totales y fecales se realizó por el método del Número Más Probable (NMP), utilizando tres tubos por dilución y las tablas de NMP [1].

Para la detección de *Salmonellas* se utilizó el método descrito por Valera y col. [13]. Para la identificación bioquímica y serológica de las colonias sospechosas, éstas se repicaron en tubos de agar nutritivo inclinado y fueron enviadas al Centro Regional de Referencia Bacteriológica del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, ubicado en el Hospital Universitario de Maracaibo.

Análisis estadístico

Se utilizó la técnica del análisis de la varianza considerando un arreglo factorial 2 x 4² totalmente al azar con cuatro repeticiones por el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + P_j + (EP)_{ij} + M_{k(j)(i)} + \varepsilon_{ijkl}$$

- Y_{ijkl}: observación de la variable respuesta medida
- μ: media general de la población
- E_i: efecto del experimento
- P_j: efecto del punto crítico
- (EP)_{ij}: efecto de la interacción experimento con punto crítico
- M_{k(j)(i)}: efecto del momento de muestreo dentro de punto crítico dentro de experimento
- ε_{ijkl}: error experimental

El análisis estadístico de la información se realizó utilizando el paquete estadístico computarizado S.A.S [10] con el modelo lineal general (MLG). Para la separación de medias se utilizó el procedimiento de medias mínimas cuadráticas del MLG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se muestran los valores logarítmicos para los contajes de CT, CF y AT en los cuatro puntos críticos estudiados. Para el punto después del desplume (DD), no se detectaron diferencias significativas, siendo los valores relativamente bajos en todas las semanas de muestreo. Se ha observado, que al salir las canales del desplume y pasar por la ducha lavadora, los contajes microbianos disminuyen [6], debido probablemente, a la remoción de los microorganismos presentes en la piel de las canales al salir de las máquinas desplumadoras. Antes del pre-enfriamiento (APE), se detectó un incremento en los niveles de CT (de 0,99 a 1,68 log NMP/cm²), de CF (de 0,95 a 1,62 log NMP/cm²) y de AT (de 4,01 a 4,64 log UFC/cm²). Aunque sólo se muestreó antes (DD) y después

(APE) de la línea de evisceración y no en los puntos intermedios de esta línea, los resultados reflejan contaminación cruzada durante la evisceración.

Cuando a las aves se les cortan las patas, caen en una cinta transportadora en la cual, el calor generado por las canales y el inminente contacto entre las mismas, puede conducir a la contaminación o a la multiplicación microbiana [8]. Por otra parte, la manipulación de las canales por los trabajadores al guindarlas en el transportador aéreo, contribuye al incremento de la contaminación cruzada, si los trabajadores no se lavan las manos con la frecuencia necesaria por no disponer de las facilidades requeridas para tal efecto [8], o por no tener conciencia de la importancia que tiene para la calidad sanitaria del producto final, el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura durante el procesamiento.

Durante el proceso de evisceración puede ocurrir la ruptura de las vísceras, lo cual conlleva a la contaminación con desechos fecales de canales, maquinarias o utensilios empleados en la operación, de modo que si éstos no se lavan o desinfectan frecuentemente, el riesgo de contaminación cruzada aumenta [11].

El lavado final de las canales en la línea de evisceración puede reducir efectivamente los contajes, sin embargo, los contajes muestran un incremento en los niveles de las tres variables estudiadas al salir de esta línea, lo cual significa que este lavado no sustituye o reemplaza las buenas prácticas higiénicas durante esta etapa del procesamiento, ya que la carga microbiana de las canales, después del lavado, depende del número de microorganismos presentes antes del mismo, de la cantidad de agua utilizada y de la presión del agua de la ducha lavadora [8].

Al comparar los valores obtenidos en el punto APE con los del punto DPE, no se detectaron diferencias en las tres variables estudiadas, TABLA I, lo cual sugiere que las bacterias enjuagadas o lavadas de las canales pasan al agua del PRE-CHILLER, siendo redistribuidas en las mismas antes de salir del tanque. Comparando los valores obtenidos después del pre-enfriamiento con los del punto después del enfriamiento (DE), se observó un descenso en el NMP/cm² y UFC/cm² de

TABLA I

COMPARACIÓN DE MEDIAS CUADRÁTICAS PARA LOS CONTAJES DE COLIFORMES TOTALES (CT), COLIFORMES FECALES (CF) Y AEROBIOS TOTALES (AT) EN LOS CUATRO PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN

Pto. Crítico	Contajes ¹		
	CT ²	CF ²	AT ³
DD	0,99 ^a ± 0,038	0,95 ^a ± 0,042	4,01 ^a ± 0,031
APE	1,68 ^b ± 0,037	1,62 ^b ± 0,041	4,64 ^b ± 0,030
DPE	1,53 ^b ± 0,040	1,50 ^b ± 0,043	4,57 ^b ± 0,031
DE	0,63 ^a ± 0,038	0,62 ^c ± 0,042	3,39 ^c ± 0,031

a,b,c: medias con letras diferentes en una misma columna, difieren significativamente (P<0,05). DD = Después del desplume, APE = Antes del pre-enfriamiento, DPE = después del pre-enfriamiento, DE= después del enfriamiento. ¹: media ± error estándar de 16 pollos. ²: Log₁₀ NMP/cm². ³: Log₁₀ UFC/cm².

1,53 a 0,63 para CT, de 1,50 a 0,62 para CF y de 4,57 a 3,39 para AT. El enfriamiento rápido de las canales de pollo ayuda al control y reducción de los microorganismos bajando las temperaturas externa e interna de las mismas, retardando el crecimiento de bacterias psicrófilas asociadas con la alteración de las canales o previniendo el crecimiento de patógenos [5].

La comparación de medias para las variables CT, CF y AT en los cuatro puntos críticos estudiados para los dos momentos de muestreo, sólo detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) en los puntos APE y DPE, TABLAS II y III. Para el primer punto se observó un incremento en los niveles de CT (entre 0,64 y 1,82 log NMP/cm²), CF (entre 0,76 y 1,60 log NMP/cm²) y AT (entre 0,25 y 0,73 log UFC/cm²) en las cuatro semanas de experimentación, ocasionado probablemente por la acumulación de bacterias en los utensilios empleados en la evisceración y por el lavado incorrecto de las manos de los trabajadores. Para el punto DPE, TABLA III, también se detectó un aumento de los contajes de CT, (entre 1,49 y 2,06 log NMP/cm²), CF (entre 1,54 y 2,06 log NMP/cm²) y AT (entre 0,41 y 1,23 log UFC/cm²), debido a la acumulación de microorganismos en el agua del "prechiller" a medida que avanza la

jornada de beneficio, lo cual favorece la contaminación cruzada de las canales [2].

En cuanto a la presencia de salmonellas en las canales de pollo, sólo se detectó una muestra positiva para *S. enteritidis* tomada en el punto después del enfriamiento (DE). Probablemente, se debió a que estas bacterias se adhieren firmemente a la piel de las aves haciendo extremadamente difícil su remoción [6]. Por otra parte, la cloración del agua de enfriamiento pudo contribuir en la reducción significativa de la incidencia de salmonellas [7].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos muestran que la línea de evisceración constituye un punto crítico de contaminación de las canales de pollo, mientras que el enfriamiento redujo considerablemente la carga bacteriana de las mismas. La evaluación microbiológica de puntos críticos en la cadena de procesamiento de pollos, constituye un paso previo a la implementación de programas de monitoreo y control de riesgos (sistemas

TABLA II
COMPARACIÓN DE MEDIAS CUADRÁTICAS PARA LOS CONTAJES DE COLIFORMES TOTALES (CT), COLIFORMES FECALES (CF) Y AEROBIOS TOTALES (AT) PARA EL PUNTO ANTES DEL PRE-ENFRIAMIENTO (APE) EN LOS DOS MOMENTOS DE MUESTREO (MOM)

Semana	Contajes ¹								
	CT ²			CF ²			AT ³		
	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.
1	1,47 ^a ±0,14	2,11 ^b ±0,14	0,64	1,35 ^a ±0,15	2,11 ^b ±0,15	0,76	4,13 ^a ±0,05	4,63 ^b ±0,05	0,50
2	1,52 ^a ±0,09	2,57 ^b ±0,09	1,05	1,52 ^a ±0,09	2,57 ^b ±0,09	1,05	3,93 ^a ±0,13	4,66 ^b ±0,13	0,73
3	0,48 ^a ±0,07	2,30 ^b ±0,07	1,82	0,48 ^a ±0,10	2,08 ^b ±0,10	1,60	4,93 ^a ±0,06	5,18 ^b ±0,62	0,25
4	0,95 ^a ±0,10	2,08 ^b ±0,10	1,13	0,86 ^a ±0,11	2,00 ^b ±0,11	1,14	4,66 ^a ±0,07	4,93 ^b ±0,07	0,27

a,b,c: medias con letras diferentes en columnas distintas, difieren significativamente ($P < 0,05$). ¹: media ± error estándar de 16 pollos. ²: Log₁₀ NMP/cm². ³: Log₁₀ UFC/cm².

TABLA III
COMPARACIÓN DE MEDIAS CUADRÁTICAS PARA LOS CONTAJES DE COLIFORMES TOTALES (CT), COLIFORMES FECALES (CF) Y AEROBIOS TOTALES (AT) PARA EL PUNTO DESPUÉS DEL PRE-ENFRIAMIENTO (DPE) EN LOS DOS MOMENTOS DE MUESTREO (MOM)

Semana	Contajes ¹								
	CT ²			CF ²			AT ³		
	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.	Mom.I	Mom.II	Log ₁₀ Increment.
1	0,48 ^a ± 0,11	2,54 ^b ± 0,11	2,06	0,48 ^a ± 0,12	2,54 ^b ± 0,12	2,06	4,10 ^a ± 0,05	4,63 ^b ± 0,05	0,56
2	0,66 ^a ± 0,09	2,64 ^b ± 0,09	1,98	0,66 ^a ± 0,09	2,57 ^b ± 0,09	1,91	4,25 ^a ± 0,13	4,66 ^b ± 0,13	0,41
3	0,53 ^a ± 0,07	2,40 ^b ± 0,07	1,87	0,48 ^a ± 0,10	2,40 ^b ± 0,10	1,92	4,05 ^a ± 0,06	5,18 ^b ± 0,07	1,23
4	0,76 ^a ± 0,10	2,25 ^b ± 0,10	1,49	0,66 ^a ± 0,11	2,20 ^b ± 0,11	1,54	4,49 ^a ± 0,07	4,93 ^b ± 0,07	0,07

a,b,c: medias con letras diferentes en columnas distintas, difieren significativamente ($P < 0,05$). ¹: media ± error estándar de 16 pollos. ²: Log₁₀ NMP/cm². ³: Log₁₀ UFC/cm².

HACCP), los cuales se recomiendan a la industria avícola como un medio para asegurar la calidad microbiológica de sus productos.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) por el financiamiento que permitió el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Aerobic plate count. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Chapter 4th and Chapter 6th. Washington. DC: 107-131, 152-162. 1976.
- [2] FERRER, O.; MENDOZA, J.E.; URDANETA, T.C.; ESPARZA, D.; PORTAL, C. Evaluación microbiológica de pollos beneficiados en tres plantas procesadoras de aves del Estado Zulia. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 12:111-119. 1995.
- [3] **International Commission on Microbiological Specifications for Food**. Microorganisms in foods (I.C.M.S.F.). 4. Applications on the hazard analysis critical control point (HACCP) system to ensure microbiological safety and quality. Blackwell Scientific Publications. London. 532 pp. 1988.
- [4] KOTULA, A.W. Variability in microbiological sampling of chickens by the swab method. **Poultry Sci**, 45:233-236. 1966.
- [5] LILLARD, H.S. Improved chilling systems for poultry. **Food Technol.** 36:58-62, 64-66. 1982.
- [6] LILLARD, H.S. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during the processing of poultry. **J. Food Prot.** 52:829-832. 1989.
- [7] LILLARD, H.S. The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. **Food Prot.** 53:202-204. 1990.
- [8] MAY, K.N. Skin contamination of broilers during commercial evisceration. **Poultry Sci.** 40:531-536. 1961.
- [9] MAY, K.N. Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers. **Poultry Sci.** 53:1282-1285. 1974.
- [10] Statistical Analysis System Institute. **User's Guide**. Cary, N.C Versión 5.0. 1985.
- [11] SCHACKELFORD, A.D. Modifications of processing methods to control salmonella in poultry. **Poultry Sci.** 67:933-935. 1988.
- [12] TOMPKIN, R.B. The use of HACCP in the production of meat and poultry products. **J. Food Prot.** 53:795-803. 1990.
- [13] VALERA, M.; FERRER, O.; HUERTA, N.; ESPARZA, D. Efecto del enfriamiento sobre la calidad microbiológica del pollo beneficiado. **Rev. Cient. FCV-LUZ**, VII (3):205-208. 1997.