

EFECTO DEL ENFRIAMIENTO SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL POLLO BENEFICIADO

Effect of chilling on microbiological quality of processed broiler

María Valera
Obdulio Ferrer
Nelson Huerta
Douglas Esparza

Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

RESUMEN

En una planta beneficiadora de pollos del Estado Zulia, Venezuela, se determinó el efecto del enfriamiento sobre la calidad microbiológica del pollo beneficiado. Las canales se hisoparon antes (salida del PRECHILLER) y después del enfriamiento (salida del CHILLER) considerados como puntos críticos de contaminación al inicio de la jornada de beneficio (momento I) y 4 h después (momento II), una vez por semana, durante cuatro semanas consecutivas, para acumular un total de 64 pollos. Se determinaron los niveles de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), aerobios totales (AT) y detección de salmonellas. Se observó que el número estimado de CT y CF disminuyó apreciablemente ($p < 0.05$) después del enfriamiento (de 162,75 a 4,69 NMP/cm² y de 156,13 a 4,25 NMP/cm², respectivamente). Los niveles de AT también disminuyeron, de 65.500 a 3.143,75 UFC/cm². Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los momentos, detectándose contajes más elevados en el momento II, en todas las semanas, indicando contaminación cruzada en el agua del PRECHILLER. Sólo una muestra después del enfriamiento resultó positiva a *S. enteritidis*. Se concluye que el enfriamiento (y/o la cloración) redujo efectivamente los niveles de CT, CF y AT en las canales de pollo pero aún pudo detectarse la presencia indeseable de *Salmonella*.

Palabras claves: Enfriamiento, coliformes, *Salmonella*, pollo, HACCP.

ABSTRACT

The effect of chilling on microbiological quality of broilers was assessed in a commercial slaughter plant located at Zulia state, Venezuela. Carcasses were swabbed before (after prechilling) and after chilling, as those points 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 64 carcasses. Levels of total coliforms (TC), fecal coliforms (FC), total aerobic (TA) and detection of *Salmonella* were determined. Estimated counts of TC and FC were reduced significantly after chilling ($P < 0.05$) from 162.75 to 4.69 MPN/cm² and from 156.13 to 4.25 MPN/cm², respectively. Chilling also caused a decline in TA count from 65,500 to 3,143.75 CFU/cm². The effect of sampling time was significant across weeks. Levels of TC, FC and TA before chilling were significantly greater ($P < 0.05$) at Sampling Time II indicating cross-contamination through the water contained in prechiller. Only one sample (after chilling) was positive to *S. enteritidis*. It was concluded that chilling (and/or probably, the effect of chlorination) effectively reduced the levels of TC, FC and TA in broiler carcasses but did not prevent the undesirable presence of *Salmonella*.

Key words: Chilling, coliforms, *Salmonella*, broiler, HACCP.

INTRODUCCIÓN

La calidad microbiológica e inocuidad de los productos avícolas a nivel mundial, ha sido uno de los aspectos de mayor interés para la industria, para las autoridades sanitarias y para el consumidor. De acuerdo a las normas sanitarias, los alimentos de consumo humano deben estar libres de microorganismos capaces de alterarlos, extendiendo así su durabilidad e inocuidad y de organismos patógenos causantes de enfermedades en el consumidor.

Durante el procesamiento, los pollos son sacrificados, desangrados, desplumados, eviscerados, lavados, enfriados y empacados. La evisceración es uno de los puntos más contaminantes y es seguida del lavado y preenfriamiento. El preenfriamiento

friamiento consiste en la inmersión simultánea de canales en tanques abiertos ("prechillers") con agua a temperatura ambiente para disipar el calor corporal. El enfriamiento consiste en la inmersión de las canales en tanques abiertos, con agitación ("chillers"), que contienen hielo y agua.

En general, los microorganismos asociados con los productos avícolas, son microorganismos mesófilos que pueden crecer en un rango de temperatura que varía con el microorganismo en particular., como por ejemplo, de 7 a 45°C para *Salmonella*, de 15 a 50°C para *Clostridium perfringens* y de 10 a 45°C para los estafilococos [2]. Para reducir la velocidad de crecimiento de microorganismos asociados con la alteración de las aves y de microorganismos patógenos, las canales por lo general, se enfrían hasta temperaturas comprendidas entre 0 y 4.4°C. Por esto, los tanques de inmersión son puntos críticos del procesamiento para la calidad microbiológica del producto final, debido al riesgo de contaminación cruzada de las canales durante su permanencia [18]. La determinación de puntos críticos de contaminación y riesgos microbianos es imprescindible para implantar sistemas de monitoreo y control de riesgos en la industria así como el aseguramiento de la calidad microbiológica conocidos como sistemas HACCP [19].

Dada la importancia que tiene la calidad microbiológica del pollo beneficiado, por ser este un producto de consumo masivo, se realizó una investigación en una planta local, previamente considerada como de relativo alto riesgo [6], para determinar el efecto del agua de enfriamiento sobre la calidad microbiológica del mismo y cuantificar el grado de contaminación, dadas sus características sanitarias. Este estudio pretende, además, iniciar la determinación de los puntos críticos de control que son necesarios para concientizar a la industria avícola venezolana y a los técnicos sanitarios sobre la necesidad de instrumentar programas HACCP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del proceso

Después del lavado y de la inspección al final de la línea de evisceración, las canales de pollo entraban a un tanque de pre enfriamiento (PRECHILLER) que contenía agua a temperatura ambiente (25°C, aproximadamente), permaneciendo alrededor de 8 a 15 min. Luego, las canales eran sacadas del tanque con un tornillo sinfin descargador y transferidas al tanque de enfriamiento (CHILLER), el cual tenía agua con hielo, cuya temperatura oscilaba entre 2 y 4°C. Las canales permanecieron en el tanque durante 30 a 45 min. Al agua de enfriamiento se le adicionaba hipoclorito de sodio en tres oportunidades dos de 4L y una de 1L, al inicio de la jornada, 4 h después y 3 h después de la segunda aplicación, respectivamente, para mantener en el tanque una concentración aproximada de cloro en 50 ppm. La pérdida de agua por derrame y desagüe del tanque era restituida constantemente en el "prechiller" y ocasionalmente en el "chiller", que no tenía desagüe. Sin embargo, los tanques sólo

se vaciaban totalmente para su limpieza al final de la jornada de procesamiento para ser llenados el día siguiente.

Canales de pollo

El muestreo para contajes microbianos se efectuó en las canales de pollo a nivel de la pechuga utilizando una plantilla estéril de cartón con un área de 13,2 cm². Para recolectar los microorganismos, se utilizó el método el hisopado [9] tomándose al azar en dos puntos críticos de la cadena de procesamiento a) Antes del enfriamiento, a la salida del PRECHILLER y b) Después del enfriamiento, a la salida del CHILLER. Este muestreo se realizó una vez por semana, durante cuatro semanas consecutivas, muestreándose 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 16 pollos por semana. Inmediatamente después de la recolección, cada muestra se agitó vigorosamente y se almacenó en una cava con hielo seco para ser transportadas al laboratorio e iniciarse el análisis microbiológico aproximadamente después de 2.5 h.

Análisis microbiológico

Una vez completado su traslado al laboratorio, las muestras de pollo volvieron a agitarse manualmente durante 30 seg para iniciar la determinación de los recuentos totales de aerobios mesófilos y de coliformes, recuentos de coliformes fecales y detección de salmonellas.

Los niveles de aerobios mesofilos totales (AT) se determinaron por duplicado mediante diluciones seriadas de cada muestra, según el método de recuento en placas de Petri [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 *Salmonella* se siguió el método de aislamiento de Rambach [7,16] con ligeras modificaciones, procediendo de la siguiente manera: a 3 ml de muestra se les adicionó 12 ml de caldo de enriquecimiento no selectivo Salmosyst®, que se incubó por 6 a 8 horas. Luego se colocaron 10 ml del cultivo en un tubo de ensayo (16x125) estéril a los cuales se adicionó una tableta de suplemento selectivo Salmosyst®, agitando por 10 a 30 min. Seguidamente se incubó a 35°C por 18 a 22 h. De este cultivo se tomó un inóculo con un asa estéril para extenderlo en placas de agar diferencial Rambach [7,16] por duplicado y proceder a su incubación a 35°C por 24 h. Las colonias sospechosas (rojas y rosadas) fueron repicadas en tubos de agar nutritivo inclinado y enviados al Centro Regional de Referencia Bacteriológica del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social ubicado en el Hospital Universitario de Maracaibo para su identificación por pruebas bioquímicas y serológicas [5,8].

Análisis estadístico

Se utilizó la técnica del análisis de la varianza considerando un arreglo factorial 2² x 4 con cuatro repeticiones por el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + P_j + (EP)_{ij} + MK_{(j)(l)} + \epsilon_{ijkl}$$

- 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
- $MK_{(j)(l)}$: efecto del momento de muestreo dentro de punto crítico dentro del experimento
- ϵ_{ijkl} : error experimental

El análisis estadístico de la información se realizó utilizando el paquete estadístico computarizado S.A.S [17] con el modelo lineal general (MLG). Para la separación de medias se utilizó el procedimiento de medias mínimas cuadráticas del MGL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se muestran los resultados obtenidos antes y después del enfriamiento para las variables coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y aerobios totales (AT), observándose una disminución del 97.1%, 97.3% y 95.2%, respectivamente, de los contajes cuando las canales salieron del CHILLER. Tal efecto se debió, probablemente, a la acción de enjuague del agua y al efecto bactericida del cloro adicionado al CHILLER durante el procesamiento [11].

La comparación de medias para el número estimado de CT, CF y AT en los dos momentos de muestreo, TABLA II, mostró un incremento significativo del 98.9%, 98.8% y 93.7%, respectivamente, en la carga microbiana cuando éstas salen del PRECHILLER a mediados de jornada (Momento II), lo cual probablemente fue ocasionado por el aumento de la carga bacteriana en el agua del PRECHILLER a lo largo de la jornada

[6]. La ausencia de diferencias significativas entre los dos momentos de muestreo después del enfriamiento, TABLA II, pudo deberse a que el muestreo, en ambos casos, se inició después de la aplicación del cloro al CHILLER cuyo efecto bactericida pudo afectar a la población bacteriana, reduciendo la contaminación cruzada.

Los resultados obtenidos muestran que el enfriamiento redujo efectivamente la carga microbiana de las canales de pollo, coincidiendo con los reportados por Brewer (3), May [15], Kotula [9] y otros. Sin embargo, otros investigadores han reportado resultados opuestos [4, 10].

Es posible que la divergencia entre autores se deba a varios factores que influyen sobre la carga microbiana de las canales enfriadas por inmersión, entre los cuales se pueden mencionar: a) contaminación bacteriana de las canales antes del enfriamiento, b) la cantidad de agua perdida y repuesta en la operación por canal y c) proporción de pollos en relación al volumen de agua en el tanque de enfriamiento [18].

La contaminación cruzada de las canales durante el enfriamiento no debe considerarse como un evento aislado den-

TABLA I
COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LOS NIVELES DE COLIFORMES TOTALES (CT), COLIFORMES FECALES (CF), AEROBIO TOTALES (AT), ANTES Y DESPUÉS DEL ENFRIAMIENTO

Pto. Critico	Medias		
	CT (NMP/cm ²)	CF (NMP/cm ²)	AT (UFC/cm ²)
Antes del enfriamiento	162.75 ^a	156.13 ^a	65500.00 ^a
Después del enfriamiento	4.69 ^b	4.25 ^b	3143.75 ^b
%	97.1	97.3	95.2

Medias con letras distintas en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

TABLA II
COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LOS NIVELES DE COLIFORMES TOTALES (CT), COLIFORMES FECALES (CF) Y AEROBIO TOTALES (AT) EN LOS DOS MOMENTOS DEL MUESTREO

SEM	MOM	Medias					
		CT (NMP/cm ²)		CF (NMP/cm ²)		AT (UFC/cm ²)	
		AE	DE	AE	DE	AE	DE
1	1	3.00 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	13000 ^a	4250 ^a
	2	348.00 ^b	7.00 ^b	348.00 ^b	7.00 ^a	45500 ^b	5000 ^a
2	1	5.00 ^a	4.00 ^a	5.00 ^a	3.00 ^a	19250 ^a	1375 ^a
	2	469.25 ^b	7.00 ^a	427.70 ^b	4.50 ^a	45750 ^b	1775 ^a
3	1	3.50 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	34000 ^a	4000 ^a
	2	265.00 ^b	5.50 ^a	265.00 ^a	4.50 ^a	207500 ^b	5000 ^a
4	1	7.50 ^a	3.00 ^a	5.00 ^a	3.00 ^a	37250 ^a	1250 ^a
	2	202.75 ^b	5.00 ^b	192.25 ^b	5.00 ^a	121750 ^b	2500 ^a

AE = antes del enfriamiento; DE = después del enfriamiento; SEM. = semana; MOM = momento de muestreo. Medias con letras distintas en la misma columna, son significativamente diferentes (P<0.05).

tro del procesamiento de aves; al contrario, debe estudiarse dentro de su contexto total ya que durante el mismo existen diversos puntos en los cuales la contaminación puede ocurrir [12]. Es decir, a nivel de planta procesadora, la calidad microbiológica del pollo beneficiado, depende de la contaminación de los pollos vivos, el número y tipo de microorganismos introducidos, la contaminación cruzada (diseminación), diseño técnico (tipo) del equipo de procesamiento, eficiencia del método de procesamiento, control de la temperatura, prácticas higiénicas y sanitarias de la planta [12].

En relación a la presencia de salmonellas en las canales de pollo, sólo una muestra, tomada a la salida del CHILLER, resultó positiva a *Salmonella enteritidis*. Estas bacterias se adhieren firmemente a la piel de las aves antes de iniciarse el procesamiento, siendo extremadamente difícil removerlas durante el mismo [13]. La cloración del agua de enfriamiento pudo contribuir a una reducción significativa de la incidencia de salmonella [14].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos muestran que el enfriamiento de las canales redujo efectivamente la carga microbiana de las canales de pollo.

Se recomienda a las plantas beneficiadoras de pollo, el monitoreo constante de la calidad microbiológica de su producto, especialmente para detectar y/o prevenir la presencia de bacterias patógenas (i.e., *Salmonella* spp.; *Escherichia coli* O157: H7; *Listeria monocytogenes*, entre otros) mediante programas HACCP, así como el cumplimiento estricto de las buenas prácticas de manufactura.

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). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington. DC. 702. pp. 1976.
- [2] BARNES, E. Microbiological problems of poultry at refrigerator temperatures- A review. **J. Sci. Food Agric.** 27:777-782. 1976.
- [3] BREWER, R.N.; EDGAR, S.A.; MORA, E.C.; PRUETT, J. A study of the sanitation of chilling operation in poultry processing plants in Alabama, **Poultry Sci.** 40:1383. 1961.
- [4] CLARK, D.S.; LENTS, C.P. Microbiological studies in poultry processing plants in Canada, Canadian Inst. **Food Technol, J.** 2(1):33-36. 1969.
- [5] EDWARD, P.R.; EDWING, W.H. **Identification of Enterobacteriaceae**. 3th ed. Burgess Publishing Co. Atlanta, Georgia. 362. pp. 1972.
- [6] 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.
- [7] GRUENEWALD, R.; HENDERSON, R.; YAPOW, S. Use of Rambach propylene glycol containing agar for identification of *Salmonella* spp. **J. Clin. Microbiol.** 29:2354-2356. 1991.
- [8] KAUFFMANN, F. **The bacteriology of Enterobacteriaceae**. 5th ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore. 400. pp. 1966.
- [9] KOTULA, A.W. Variability in microbiological sampling of chickens by the swab method, **Poultry Sci.** 45:233-236. 1966.
- [10] LILLARD, H.S. Occurrence of *Clostridium perfringens* in broiler processing and further processing operations. **J. Food Sci** 36:1008-1010. 1971.
- [11] LILLARD, H.S. Effect on broiler carcasses and water of treating chiller water with chlorine or chlorine dioxide. **Poultry Sci.** 59:1761-1766. 1980.
- [12] LILLARD, H.S. Improved chilling systems for poultry. **Food Technol.** 36:58-62, 64-66. 1982.
- [13] LILLARD, H.S. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during the processing of poultry. **J. Food Prot.** 52:829-832. 1989.
- [14] 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.
- [15] MAY, K.N. Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers. **Poultry Sci.** 53:1282-1285. 1974.
- [16] RAMBACH, A. A new plate medium for facilitated differentiation of *Salmonella* spp. from *Proteus* spp and other enterobacteria. **Appl. Environ. Microbiol.** 56:301-303. 1989
- [17] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE Inc. **User's Guide**. Versión 5.0. Cary, N.C. 1985.
- [18] THOMSON, J.E.; WHITEHEAD, W.K.; MERCURY, A.J. Chilling poultry meat-A literature review. **Poultry Sci.** 53:1268-1281. 1974.
- [19] TOMPKIN, R.B. The use of HACCP in the production of meat and poultry products. **J. Food Prot.** 53:795-803. 1990.