

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION POST CHILLER DE UNA  
SOLUCIÓN ANTIBACTERIANA SOBRE EL RECuento DE AEROBIOS  
MESÓFILOS EN CARCASAS DE POLLO**

**por**

**Juan Pablo LEZAMA MAÑANA**

TESIS DE GRADO presentada como uno  
de los requisitos para obtener el título de  
Doctor en Ciencias Veterinarias

Orientación: Higiene, Inspección, Control y  
Tecnología de los alimentos de origen  
animal

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2013**

**PAGINA DE APROBACIÓN**

**TESIS DE GRADO aprobado por:**

**Presidente de Mesa:**

**Segundo miembro (Tutor):**

**Dra. Cristina López**

**Tercer Miembro:**

**Fecha:**

**Autor:**

**Juan Pablo Lezama Mañana**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Maite, por su apoyo incondicional de todas las horas y su motivación permanente.

A Miguel, por inspirar mi carrera estudiantil y por su ayuda permanente en la realización de este trabajo final. A Adriana y Laura, por estar presentes y brindarme su valiosa compañía.

A Cristina López, por la disposición de siempre a nivel académico y humano a lo largo de la carrera estudiantil.

A Sinervia Uruguay, por el aporte realizado para el desarrollo de este ensayo experimental y por promover mi formación laboral.

A los amigos, que fueron participes de una forma u otra a lo largo de mi carrera.

## Tabla de contenido

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
Lista de cuadros y figuras	6
1 Resumen	7
2 Summary	8
3 Introducción	9
4 Revisión bibliográfica	11
Carne de ave	11
Composición química y Nutricional	13
Parámetros intrínsecos y extrínsecos	15
pH	16
Contenido de humedad	16
Potencial de óxido reducción	17
Contenido de Nutrientes	17
Constituyentes antibacterianos	18
Estructuras biológicas	18
Temperatura de conservación	18
Humedad relativa	19
Presencia y concentración de gases en el ambiente	19
Producción y consumo	20
Mercado Mundial	21
Mercado Nacional	21
Empresas	25
Avances: sistema de monitoreo avícola	27
El problema de la contaminación	28
Huevos	28
Incubación	29
Sanidad	29
Agua de bebida	29
Trasmisión de patógenos	30
Transporte y descarga	30
Entrada de aves	31
La faena	31
Establecimiento	31
Efectos del procesado	33
Retención	33
Atrapamiento	33
Adhesión	34
Etapas	35
Sacrificio	35
Escaldado	35
Desplumado	36
Evisceración	37

	Lavado	37
	Enfriamiento	38
	Envasado	39
	Sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos: HACCP	39
	Teoría de las vallas	42
	Tecnologías antibacterianas	43
	Productos aprobados para uso en alimentos	44
	Dióxido de cloro	44
	Cloruro de Sodio acidificado	45
	Trifosfato de Sodio	45
	Ácido Peracético	46
	Ozono	46
	Cloruro de Cetilpiridinio: CPC	46
	CPC	47
	Evaluación de la contaminación microbiológica	49
	Microorganismos indicadores	49
	Recuento de aerobios mesófilos	50
	Métodos de muestreo	52
	Hisopado	53
	Enjuagado de carcasa completa	54
	Muestra de piel y maceración	56
5	Objetivo	58
6	Hipótesis	58
7	Materiales y Métodos	58
	Localización	58
	Materiales	58
	Métodos	59
	Protocolo 1: muestras control	59
	Protocolo 2: aplicación por inmersión en solución antibacteriana al 0,2%	59
	Protocolo 3: aplicación por inmersión en solución antibacteriana al 0,4%	60
	Ensayos microbiológicos: recuento de aerobios mesófilos	61
	Valores de referencia	62
	Análisis estadístico	62
8	Resultados	63
9	Conclusiones	65
10	Discusión	66
11	Referencias bibliográficas	67

## **LISTA DE CUADROS Y FIGURAS**

### **CUADROS**

<b>Cuadro 1:</b>	Compañía de pollos con integración vertical	12
<b>Cuadro 2:</b>	Composición química de la carne de ave	14
<b>Cuadro 3:</b>	Panorama del mercado mundial de la carne	20
<b>Cuadro 4:</b>	Producción, exportaciones y consumo interno de carne de ave	23
<b>Cuadro 5:</b>	Exportaciones totales del sector avícola por destino	24
<b>Cuadro 6:</b>	Exportaciones totales del sector avícola por exportador	25
<b>Cuadro 7:</b>	Fortalezas y debilidades de Uruguay	26
<b>Cuadro 8:</b>	Comparación del efecto de las condiciones de escaldado	36
<b>Cuadro 9:</b>	Principios para un sistema HACCP	40
<b>Cuadro 10:</b>	Recuperación de microorganismos de piel de pollo mediante hisopados sucesivos	54
<b>Cuadro 11:</b>	Diferentes métodos utilizados para el muestreo por enjuagado de la canal entera	56
<b>Cuadro 12:</b>	Composición PCA	61
<b>Cuadro 13:</b>	Resultados de la siembra realizada por Plate Count Agar	63
<b>Cuadro 14:</b>	Prueba de Kruskal Wallis	64

### **FIGURAS**

<b>Figura 1:</b>	Árbol de Identificación de los Puntos Críticos	42
------------------	------------------------------------------------	----

## **1. RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación post chiller de la solución antibacteriana de Cloruro de Cetilpiridinio (CPC) al 0,2% y 0,4% sobre el recuento de aerobios mesófilos en carcasas de pollo como indicador de la contaminación microbiológica. El ensayo experimental se realizó en un establecimiento de faena de aves habilitado de nuestro país. Allí se removieron 30 carcasas de pollo de la línea de procesamiento de forma aleatoria para el tratamiento de las mismas y recolección de muestras. Para el grupo control se colocaron en bolsas estériles de recolección de muestras un total de 10 carcasas de pollo identificadas del 1 al 10; se agregó 400 mL de agua fosfatada (BPD) a la bolsa y se sacudió de izquierda a derecha durante 60 segundos asegurándose que el líquido cubriese la cavidad interna y externa de las carcasas. Se tomaron 90 mL como líquido de muestra para el examen microbiológico. Para el grupo tratado con CPC a una concentración de 0,2% se colocaron en bolsas estériles 10 carcasas de pollo enumeradas del 11 al 20 previamente sumergidas en solución antibacteriana al 0,2 % durante 5 segundos. Se realizó la misma metodología para la obtención de líquido de muestras para el examen microbiológico que en el grupo control. Para el grupo tratado con CPC a una concentración de 0,4% se colocaron en bolsas estériles 10 carcasas de pollo enumeradas del 21 al 30 previamente sumergidas en solución antibacteriana al 0,4%. Se realizó la misma metodología para obtención de líquido de muestras para el examen microbiológico que en los grupos anteriores. Una vez obtenidas las 30 muestras del agua del lavado de las carcasas se remitieron refrigeradas a 2-4°C al área de Inocuidad Alimentaria del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). La técnica realizada fue la de Recuento en Placa para enumeración de aerobios mesófilos (Plate Count Agar). Se realizaron siembras de 1 mL de cada una de las muestras obtenidas. El grupo control mostró niveles de aerobios mesófilos desde  $2,1 \times 10^3$  hasta  $1,5 \times 10^4$  UFC/mL, mientras que los grupos tratados con la solución antibacteriana mostraron muy bajos niveles ( $< 10$  UFC/mL). Existen diferencias significativas entre el grupo control y los grupos tratados con la solución antibacteriana. Existe una limitante en la técnica del Plate Count Agar (el menor valor detectable es 10 UFC/mL), por lo que no se podría afirmar que existan diferencias significativas entre el tratamiento realizado a concentración al 0,2% y al 0,4% bajo las condiciones que fue realizado el ensayo experimental. Se concluyó que la aplicación post chiller de la solución antibacteriana CPC es efectiva en la reducción del recuento de aerobios totales en carcasas de pollo.

## **2. SUMMARY**

The objective of this trial was to evaluate the effect of a post chiller application of an antibacterial 0,2% and 0,4% solution of Cetylpyridinium Chloride (CPC) on total mesophiles aerobic plate count of poultry carcasses, used as an indicator of the microbiological contamination. The trial was performed at a poultry plant in Uruguay. 30 poultry carcasses were randomly removed from the processing line for treatment and sample collection. For the control group, 10 carcasses were collected and placed in sterile collection bags, numbered from 1 to 10; 400 mL of buffered phosphate water (BPD) were added to each bag and then shaken from left to right during 60 seconds, allowing the liquid to take contact with internal and external carcass surfaces. 90 mL were taken as control liquid sample for microbiological test. On 0,2% CPC solution treated group, 10 carcasses numbered from 11 to 20 previously treated with 0,2% antibacterial solution during 5 seconds were placed in sterile collection bags. The same procedure for the microbiological test in control group samples was used in this group. For the 0,4% CPC solution treated group, 10 carcasses numbered from 21 to 30 previously treated with 0,4% antibacterial solution during 5 seconds were placed in sterile collection bags. Same procedure for microbiological test used in the others groups of samples was used in this group. All samples obtained from the carcasses washes were sent under refrigeration conditions (2 – 4 °C) to the Inocuidad Alimentaria Area of the Laboratorio Tecnológico del Uruguay. For total aerobic mesophiles count the plate Count Agar technique was used; 1 mL of each sample was used. The control group showed the highest levels of aerobic mesophiles (from  $2.1 \times 10^3$  to  $1.5 \times 10^4$  UFC/mL), meanwhile antibacterial solution treated groups showed very low levels (< 10 UFC/mL). Significant differences between control and treated groups were found. Under this trial conditions was not possible to affirm that significant differences between the two different concentrations of treated groups exist. It is concluded that the post chiller application of an antibacterial solution of Cetylpyridinium Chloride (CPC) is effective in reducing the aerobic total count on poultry carcasses.

### **3. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial la carne de mayor consumo es la de cerdo (36 %) seguida de la de ave (33 %) y bovina (24 %). El consumo global de carne de ave se ha duplicado entre 1990 y 2007. Si bien Estados Unidos sigue siendo el líder mundial en producción de carne de ave, otros países como Brasil son importantes productores. Las enfermedades producidas por alimentos son un problema de salud pública a nivel global, por lo que resulta importante determinar la contaminación en los alimentos. En los Estados Unidos se estiman 9.000 muertes y de 6,5 a 33 millones de enfermos por ingestión de alimentos contaminados al año. Las causas más importantes de enfermedad alimentaria producidas por carne de ave son *Salmonella* y *Campylobacter* (3 de cada 4 casos en Estados Unidos). El origen de estos patógenos en las plantas de faena está en los lotes de aves faenadas. Por esta razón, el control ante mortem de estos patógenos tiene un gran impacto en la reducción de los mismos en los productos terminados. Para la evaluación de alimentos como un producto final han de tenerse en cuenta conceptos como la inocuidad alimentaria y la vida útil comercial. Ambos se encuentran estrechamente relacionados con la microbiología y determinarán la calidad del producto. La producción y procesamiento de carne de ave involucra una serie de pasos interrelacionados diseñados para convertir las aves domésticas en carcasas, cortes y otros productos prontos para cocinar o preparados. La aceptación de estos productos depende de los cambios químicos, físicos y estructurales que se producen en el músculo hasta transformarse en carne para alimento. La producción y el manejo tienen no solo efecto importante sobre el crecimiento muscular, la composición y el desarrollo sino también en las condiciones del animal a la faena. De esta manera, eventos pre y post mortem influyen sobre la inocuidad del alimento. Factores ante mortem, en particular los que se producen durante las 24 horas previas a la faena y eventos post mortem durante el procesamiento en la planta de faena, repercuten en la inocuidad de la carne de ave. La contaminación fecal de la carcasa se produce cuando el contenido del tracto digestivo alcanza la carcasa o si los intestinos son cortados o rotos durante la evisceración. La frecuencia de contaminación depende de la cantidad de material presente en el tracto digestivo, la condición del contenido presente (firme o líquido), la integridad de los intestinos y la eficacia de los equipos de eviscerado y el personal. El manejo de la producción ante mortem debe ser integrado al Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP). Instaurar medidas para lotes libres de patógenos, como restricción de alimentos, exclusión competitiva, tratamiento de agua y alimento con ácidos, retiro de alimento, tratamiento de la cama, ácidos orgánicos y medidas de bioseguridad ayudan alcanzar el objetivo de lograr alimentos inocuos. La industria de procesamiento de alimentos enfrenta una presión creciente por parte de organismos oficiales, clientes y grupo de consumidores para eliminar los patógenos de los alimentos.

Los mercados globales demandan productos inocuos y con vida útil más larga. Dados estos retos, la industria avícola se halla proactivamente implementando nuevas tecnologías diseñadas para reducir los patógenos en alimentos.

En años recientes el uso de antibacterianos se ha vuelto una intervención aceptada y aprobada que ha sido ampliamente adoptada por los procesadores avícolas en los Estados Unidos y en otros países. Las industrias procesadoras de alimentos se encuentran en la búsqueda de un tratamiento antibacteriano efectivo, de forma tal de reducir la carga contaminante en sus carcasas de ave, para así determinar un producto inocuo y de mayor vida útil.

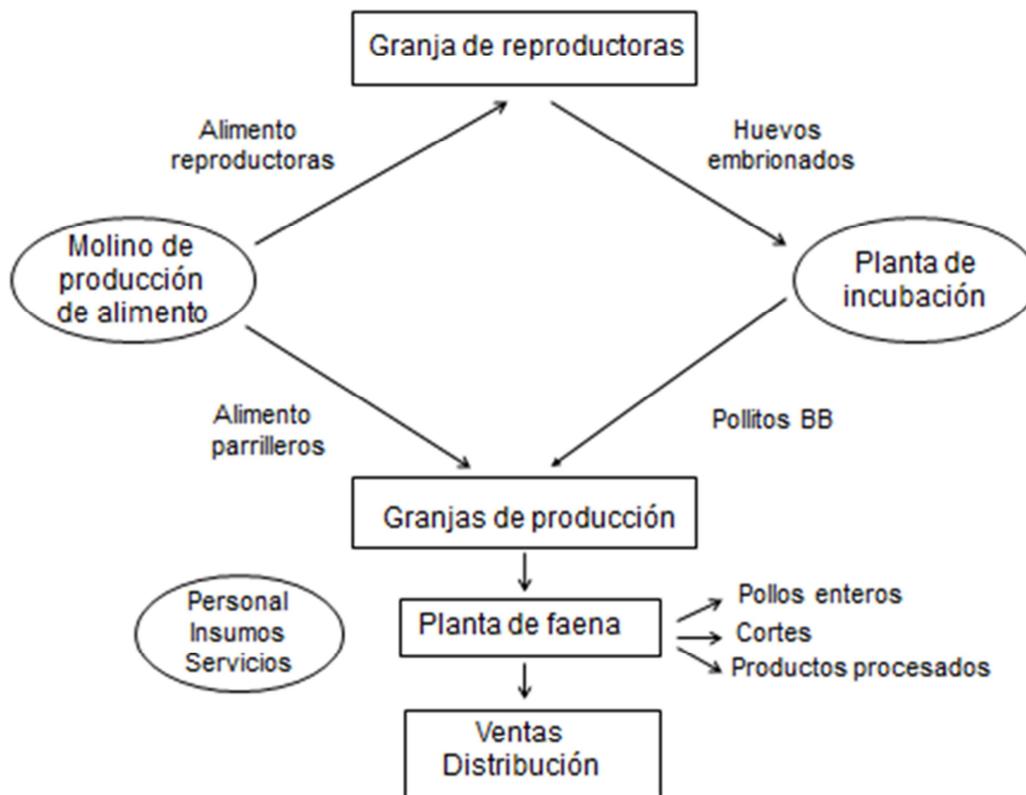
#### **4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

##### **CARNE DE AVE**

La capacidad de las aves para adaptarse a la mayoría de las áreas del mundo, su bajo valor económico por animal, la rápida velocidad de crecimiento y su rápida reproducción hacen que las aves sean un punto de arranque ideal para la producción animal, al mismo tiempo que constituyen una rica fuente de alimento para el hombre. La industria avícola puede producir animales para faena en siete u ocho semanas, o incluso menos. La utilización de carne de ave en la dieta se acepta en todas partes del mundo, con excepción de vegetarianos estrictos y en escasos grupos sociales o religiosos. La industria avícola es considerada como una de las más apasionantes actividades de trabajo integrado que se puede desarrollar. (Mountney y Parkhurst, 2001). El término broilers o parrilleros se aplica a aves seleccionadas para la producción de carne, con un crecimiento rápido y alta tasa de conversión de alimentos, que se sacrifican entre las seis y ocho semanas de vida dependiendo del peso final deseado. Se utilizan sistemas intensivos en lotes de un número variable de aves, de 10.000 hasta más de 150.000. Cada granja puede mantener varios lotes, en cada uno de los que se incluyen 20.000 o más aves. La industria de carne de ave ha desarrollado un alto nivel de industrialización; las empresas se organizan de acuerdo a una integración vertical. Son responsables o propietarias de lotes de aves reproductoras productores de huevos fértiles, de las incubadoras y de lotes de pollos en engorde. Los lotes se crían en granjas bajo contrato con la empresa o directamente por la propia compañía. Las aves se sacrifican en plantas de faena propias y son comercializadas por el departamento de ventas a mayoristas o minoristas de carne de ave. Estando todas estas facetas de la producción bajo una dirección única, el control es más fácil y es posible hacer funcionar la planta de faena en condiciones regulares y económicas con un ritmo acorde con el número de aves que la compañía puede criar, faenar y vender. Las compañías de integración vertical tienen muchas ventajas. Mediante la planificación se puede calcular con anticipación de meses el número de lotes de gallinas ponedoras requerido para obtener el número de pollitos de un día necesarios, para conseguir un determinado número de canales en la faena. Sin embargo, si algo falla en el ciclo, por ejemplo una avería en el equipo del frigorífico que retrase la faena de un lote de broilers, puede producir una demora en la faena de un determinado lote de aves que tiene que permanecer en la granja. Entonces es posible que haya un lote de pollitos de un día que no pueda ser alojado porque los gallineros no se han podido limpiar debido al retraso en la salida del lote anterior. Además, las aves cuyo sacrificio se ha demorado tienen que comer, lo que supone un costo adicional de producción incluso adquiriendo un peso superior al deseado por los consumidores.

Este es un ejemplo claro de las situaciones que pueden ocurrir en las integraciones verticales, y muestra como cada actividad va en cadena con la siguiente.

**Cuadro 1:** Compañía de pollos con integración vertical



Fuente: Poultry meat processing. Sams A. (2001).

Las aves deben alojarse y alimentarse adecuadamente y mantenerse tan sanas como sea posible. Existen normas con recomendaciones acerca del buen manejo, alojamiento, alimentación y bebida, manipulación y transporte en la granja, incluyendo conceptos sobre la densidad de alojamiento. Esta se desarrolla en el principio general de que es esencial que las aves tengan suficiente libertad de movimiento y sean capaces de estar de pie normalmente y estirar las alas sin dificultad. Cuando hay superpoblación se pueden plantear problemas sanitarios. El número de aves en cada alojamiento depende del espacio habitable y del tamaño de las aves en el momento del sacrificio. Si se produce un retraso en la faena los alojamientos pueden estar superpoblados, dando lugar a un grado inaceptable de incomodidades y estrés. Las normas de manejo de pollos establecen el nivel máximo aceptable de densidades para los distintos sistemas de alojamiento.

En la producción de broilers, la densidad máxima aceptable es de 34,2 kg de peso vivo por metro cuadrado de suelo, por lo cual las empresas comerciales tienen que cuidarse de no sobrepasar dichas tasas de alojamiento. Además, en casos de superpoblación aumenta el riesgo de enfermedades, disminuyendo la salud y el valor comercial del lote. (Bremner, 1981).

Ventajas de la producción de carne de ave:

- Sin restricciones climáticas y geográficas (posible en cualquier lugar).
- Alta conversión 1,8:1 (kg de alimento ingerido/aumento en kg de peso vivo).
- Baja necesidad de mano de obra (1 persona cada 12-14 mil broilers).
- Necesidad de poco espacio (gran rendimiento: 10 aves por m<sup>2</sup>).
- Ciclo de producción rápido (48-52 días: se hacen 3 crías anuales).
- Proteína animal de bajo costo.

### **Composición química y nutricional**

La carne de ave es económica, de fácil y rápida preparación y tiene numerosas propiedades sensoriales y nutritivas. Contiene importantes nutrientes, baja en calorías y es una fuente de ácidos grasos saturados e insaturados. Su grasa contiene ácidos grasos esenciales y sus proteínas son una fuente rica de aminoácidos esenciales. Las fibras musculares son tiernas, fáciles de masticar o desintegrar, rápidamente digestibles. Su aroma es suave y se combina perfectamente con condimentos y otros grupos de alimentos. El contenido de humedad es mayor en canales de aves jóvenes que viejas. Al ser baja en calorías es un buen alimento para dietas de control de peso, convalecientes y personas mayores que realizan poco ejercicio físico. Consumiendo carne de ave como única fuente de proteína en una dieta, es posible reducir la ingesta calórica manteniendo al mismo tiempo el adecuado balance de las restantes necesidades nutritivas. Un pollo promedio contiene 151 calorías por cada 100 gramos de carne. No solo es la carne de ave una buena fuente de proteínas y de alta calidad, sino que tiene más proteínas que las carnes rojas. El contenido de grasa de las canales varía con la edad, sexo, especie de ave. A diferencia de las carnes rojas, la mayoría de la grasa de la carne de ave se encuentra debajo de la piel en vez de estar distribuidas por los tejidos. La carne de una pechuga de pollo cocida contiene solo 1,3%, los cortes de ternera 11% y los de vaca desde 13 a 30%. Cada vez es más evidente que no solo la cantidad de grasa de la dieta es importante, sino también el tipo de grasa. El índice de yodo indica el grado de saturación o insaturación de las mismas. Bajos índices de yodo son debidos a grasas saturadas y los altos a las insaturadas. La carne de ave contiene mayores proporciones de ácidos grasos insaturados que las grasas de las carnes rojas y su contenido de colesterol es menor que otros alimentos de origen animal.

En cuanto a vitaminas, es buena fuente de niacina y fuente moderadamente buena de riboflavina, tiamina y ácido ascórbico. También contiene minerales de importancia como sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, cloro y yodo.

**Cuadro 2:** Composición química de la carne de ave

Agua	Proteínas	Grasas	Sales minerales	Glúcidos	Enzimas y vitaminas
76,0%	15,0%	1,5%	1.0%	0,05 0,18%	– vestigios

### Agua ligada al músculo

La capacidad de retención del agua confiere propiedades en la carne cruda (textura y firmeza) y en la carne cocida (jugosidad y ternura). Descensos rápidos del pH hace que sea escasa la capacidad de ligar agua. Se define la capacidad de retención de agua como la capacidad de la carne de retener humedad o agua durante la cocción, trituración, cortes o prensado. Influye en el aspecto y en la palatabilidad del producto. El agua ligada se encuentra fuertemente unida a las proteínas, el agua inmovilizada se encuentra ligada en capas débiles, y el agua libre se mantiene por fuerzas superficiales.

### Proteínas

La actina, filamentos finos, y la miosina, filamentos gruesos, forman parte del aparato contráctil, y se las denomina las proteínas miofibrilares. Los filamentos se entrelazan en la contracción muscular y en el “rigor mortis” para formar la actinmiosina. Son el 50% de las proteínas totales. Dentro de las proteínas solubles se encuentran las mioglobinas y las enzimas, son las llamadas proteínas sarcoplásmicas, y constituyen el 30% de las proteínas totales. Las proteínas insolubles están conformadas por el colágeno y la elastina, son las denominadas proteínas del tejido conectivo. Estas afectan negativamente la ternura de la carne según su cantidad, estructura espacial y grado de maduración. La carne de ave posee escaso colágeno, lo que hace más fácil de masticar y su posterior digestión. Representan el 15% de las proteínas totales. El restante 5% se consideran proteínas libres.

### Grasas

La carne de ave presenta poco tejido adiposo intramuscular y tiene mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados que otras especies, considerada una de las grandes diferencias respecto a la carne roja.

Los músculos pectorales y el músculo supracoracoide son los de menor tenor graso (pechuga y pequeño musculo de la pechuga, cortes más secos y de mayor redito económico para la industria), mientras que los músculos bíceps femoral e ilio tibial son los de mayor tenor graso (muslos y patas, cortes más jugosos). El tejido adiposo, conformado por grasas y aceites, se encuentra bajo forma de triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. Confiere jugosidad, sabor y ternura, hasta cierto grado, a la carne.

Existen marcadas diferencias en el número y diámetro de células adiposas entre aves ponedoras y los broilers utilizados para la producción de carne. Difiere en la de mamíferos en que sus células tienen capacidad limitada de lipogénesis.

### Minerales

Es una buena fuente de minerales, principalmente hierro, asociado a la porción magra.

### Glúcidos

Representan menos del 1% del peso del ave, se encuentra principalmente almacenado en el hígado bajo forma de glucógeno.

### Vitaminas

Posee principalmente vitaminas hidrosolubles del complejo B (tiamina, riboflavina, piridoxina). (Trenchi, 2010. Comunicación personal).

### **Parámetros Intrínsecos y Extrínsecos**

Los animales que sirven como fuente de alimento han desarrollado mecanismos de defensa contra la invasión y proliferación de microorganismos, y algunos de estos actúan en los alimentos frescos. Teniendo en cuenta estos fenómenos naturales, se puede hacer uso eficaz de cada uno de ellos o de todos para prevenir o retardar la alteración bacteriana de los productos que de ellos derivan.

Se denomina Parámetros Intrínsecos a aquellos parámetros que son parte de los tejidos:

- pH
- contenido de humedad
- potencial de óxido-reducción (Eh)
- contenido de nutrientes
- constituyentes antimicrobianos
- estructuras biológicas

pH. Se ha determinado que la mayoría de los microorganismos crecen mejor a valores de pH en torno a 7.0 (6,6-7,5) mientras que son pocos los que crecen por debajo de 4,0. Las bacterias tienden a ser más exigentes en sus relaciones con el pH que los mohos y levaduras, siendo las bacterias patógenas las más exigentes. En lo que se refiere a la calidad de conservación de las carnes, bien sabido es que la carne de los animales fatigados se altera con mayor rapidez que la de los animales descansados y que esto es consecuencia directa del pH final alcanzado después de la terminación de la rigidez cadavérica o “rigor mortis”.

Algunos alimentos se caracterizan por su acidez intrínseca y otros deben su acidez o pH a las actividades de determinados microorganismos. El último tipo recibe el nombre de acidez biológica y es propio de productos fermentados. Independientemente del origen de la acidez, el efecto sobre la calidad de conservación parece ser el mismo. Algunos alimentos son más capaces que otros para contrarrestar los cambios de pH. De los que tienden a contrarrestar los cambios de pH se dice que tienen sistemas buffer o están tamponados. En general, las carnes están más tamponadas que las hortalizas. Contribuyendo a la capacidad de tamponado de las carnes se encuentran las proteínas. El pH de la carne de ave es 6,2 a 6,4.

Contenido de humedad. Las necesidades de agua de los microorganismos se deben definir en términos de Actividad de agua ( $A_w$ ) en el medio. La  $A_w$  mide la disponibilidad de agua del medio donde se encuentran los microorganismos. Este parámetro se define mediante la relación de la presión del vapor de agua del sustrato del alimento con respecto a la presión del agua pura a la misma temperatura ( $A_w = p/p_{poo}$ , donde  $p$  es la presión del vapor de la solución y  $p_{poo}$  es la presión de vapor de solvente, generalmente agua). Este concepto está relacionado con la humedad relativa (RH) de la siguiente manera  $RH = 100 \times A_w$  (20). La  $A_w$  de casi todos los alimentos frescos se halla por encima de 0.99. En general, las bacterias necesitan para el crecimiento valores de  $A_w$  más elevados que los hongos, teniendo las bacterias Gram negativas mayores necesidades que las Gram positivas. La mayoría de las bacterias alterantes no crecen por debajo de una  $A_w = 0.91$ , mientras que los mohos alterantes son capaces de crecer a valores tan bajos como 0,80. Se ha demostrado que existen ciertas relaciones entre  $A_w$ , temperatura y nutrición. En primer lugar, a cualquier temperatura, la capacidad de los microorganismos para crecer se reduce cuando se rebaja la  $A_w$ . En segundo lugar, el intervalo de  $A_w$  en el cual tiene lugar el crecimiento de los microorganismos es máximo a la temperatura óptima de crecimiento, y en tercer lugar, la presencia de nutrientes aumenta el intervalo de  $A_w$  en el cual los organismos son capaces de sobrevivir. Modificaciones de temperatura o de la cantidad de nutrientes podría permitir su crecimiento a valores de  $A_w$  más bajos.

Potencial de óxido-reducción. Durante años se ha sabido que los microorganismos manifiestan varios grados de sensibilidad al potencial de óxido reducción (Eh) de su medio de crecimiento. El Eh de un sustrato, generalmente se puede definir como la facilidad con la cual el sustrato gana o pierde electrones. Cuando un elemento o compuesto pierde electrones, se dice que el sustrato se oxida, mientras que un sustrato que gana electrones se reduce. La oxidación también se puede conseguir mediante la adición de oxígeno. Por consiguiente, una sustancia que realmente cede electrones es un buen agente reductor, y una que capta fácilmente electrones es un buen agente oxidante. Cuando los electrones se traspasan de un compuesto a otro, se crea una diferencia de potencial entre los dos compuestos.

Esta diferencia de potencial puede ser medida mediante el uso de un instrumento apropiado, y expresada en milivoltios (mV). Cuanto más oxidada esta una sustancia, tanto más positivo será su potencial eléctrico; cuanto más reducida esta una sustancia, tanto más negativo será su potencial eléctrico. Cuando la concentración del oxidante y del reductor es igual, existe un potencial eléctrico cero. Para su crecimiento, los microorganismos aeróbicos necesitan valores positivos (oxidados), mientras que los anaerobios necesitan valores negativos (reducidos). El Eh de un alimento está determinado por lo siguiente:

- el potencial de óxido-reducción característico de cada alimento
- la capacidad equilibradora o la resistencia al cambio de potencial del alimento
- la tensión de oxígeno de la atmósfera que rodea al alimento
- el acceso que la atmósfera tiene al alimento

Contenido de nutrientes. Los microorganismos de importancia en los alimentos con el fin de crecer y actuar normalmente necesitan agua, fuente de energía, fuente de nitrógeno, vitaminas y minerales. La importancia del agua para el crecimiento de los microorganismos ya se expuso anteriormente. Con respecto a los otros cuatro grupos de sustancias, los mohos tienen la necesidad más baja, seguidos de las levaduras, las bacterias Gram negativas, y las bacterias Gram positivas. Como fuentes de energía, los microorganismos transmitidos por alimentos pueden utilizar azúcares, alcoholes y aminoácidos. Unos pocos microorganismos son capaces de utilizar carbohidratos complejos (almidones y celulosa), degradando primero estos compuestos a azúcares sencillos. Los microorganismos también pueden emplear grasas como fuente de energía, pero son un número relativamente bajo. Las principales fuentes utilizadas por los microorganismos heterótrofos son los aminoácidos. Una gran cantidad de compuestos nitrogenados pueden ejercer esta función en varios tipos de microorganismos. Algunos, por ejemplo, son capaces de utilizar nucleótidos y aminoácidos libres, mientras que otros pueden utilizar péptidos y proteínas.

En general, compuestos sencillos como los aminoácidos serán utilizados por casi todos los organismos antes de que sea atacado cualquier otro compuesto más complejo, por ejemplo las proteínas de peso molecular elevado. Lo mismo es cierto para los polisacáridos y las grasas. Los microorganismos pueden necesitar vitaminas del complejo B en pocas cantidades, y en casi todos los alimentos naturales tienden a tener una abundante cantidad.

Constituyentes antibacterianos. La estabilidad de algunos alimentos frente al ataque por microorganismos es debida a la presencia de determinadas sustancias naturales en las que se ha demostrado que tienen actividad antibacteriana.

Estructuras biológicas. La cubierta natural de algunos alimentos proporciona una excelente protección contra la entrada y el daño subsiguiente de los microorganismos de la alteración.

Tomados los seis parámetros intrínsecos en su conjunto representan el modo de preservar los tejidos animales frente a los microorganismos. Determinando el grado de cada parámetro en un alimento dado, se pueden predecir los tipos generales de microorganismos que probablemente crezcan y, por consiguiente, la estabilidad de este alimento en concreto. Su determinación también puede ayudar para determinar la edad y posiblemente los antecedentes de manipulación de un alimento dado.

Se denomina Parámetros extrínsecos a aquellas propiedades del medio de conservación que afectan tanto a los alimentos como a sus microorganismos. Los de importancia máxima para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos transmitidos por alimentos son los siguientes:

- temperatura de conservación
- humedad relativa del medio
- presencia y concentración de gases

Temperatura de conservación. Los microorganismos, individualmente y como grupo, crecen en un amplio intervalo de temperatura. La temperatura más baja de la cual se ha dicho que un microorganismo crece es  $-34^{\circ}\text{C}$  mientras que la temperatura más elevada está por encima de  $100^{\circ}\text{C}$ . Es habitual incluir los microorganismos en tres grupos en base a necesidades de temperatura de crecimiento. Se les denomina psicotrófos a los que organismos que crecen bien a  $7^{\circ}\text{C}$  o menos y tienen su temperatura óptima entre  $20^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ . Reciben la denominación de mesófilos los microorganismos que crecen bien entre  $20$  y  $45^{\circ}\text{C}$  con temperaturas óptimas entre  $30$  y  $40^{\circ}\text{C}$ , mientras que reciben la denominación de termófilos los que crecen bien a  $45^{\circ}\text{C}$  y por encima de esta temperatura con temperaturas óptimas entre  $55$  y  $65^{\circ}\text{C}$ . La calidad del alimento se debe tener en cuenta al seleccionar una temperatura de almacenamiento.

Aunque parecería deseable almacenar todos los alimentos a bajas temperaturas, no siempre es lo mejor para el mantenimiento de la calidad en algunos alimentos. La temperatura de almacenamiento es el parámetro más importante que afecta a la alteración de los alimentos perecederos. La alteración se puede predecir mediante la curva de la rapidez de la alteración. Se ha demostrado que la rapidez de la alteración de la carne de ave a 10°C es aproximadamente el doble que a 5°C.

Humedad relativa (RH). La humedad relativa del medio ambiente de almacenamiento es importante tanto desde el punto de vista de la  $A_w$  en los alimentos como del crecimiento de microorganismos en superficies. Cuando la  $A_w$  de un alimento se fija en 0,60, es importante que este alimento sea almacenado en condiciones de RH que no permitan que el alimento capte humedad del aire y de este modo aumentar su propia  $A_w$  hasta un punto donde pueda tener lugar el crecimiento bacteriano. Cuando alimentos con valores bajos de  $A_w$  se sitúan en ambientes de RH elevada, los alimentos captan humedad hasta que se ha establecido un equilibrio. De igual modo, los alimentos con una  $A_w$  elevada pierden humedad cuando se sitúan en un medio de RH baja.

Existe una relación entre RH y temperatura que se debe tener en cuenta para seleccionar los ambientes de almacenamiento apropiados para los alimentos. En general, cuando más elevada es la temperatura tanto más baja es la RH, y viceversa.

Los alimentos que se alteran en la superficie por mohos, levaduras y determinadas bacterias, se deben almacenar en condiciones de  $A_w$  baja. Por ejemplo, los pollos enteros tienden a experimentar mucha alteración en superficie en heladera antes de que se produzca la alteración profunda, debida a la RH generalmente elevada de la heladera y al hecho de que la flora que altera la carne es esencialmente de naturaleza aeróbica. Aunque es posible disminuir las posibilidades de alteración superficial en determinados alimentos almacenándolos en condiciones de RH baja, se debe recordar que, en estas condiciones, el propio alimento emitirá humedad hacia la atmosfera y de este modo se convertirá en indeseable. Al seleccionar las condiciones de RH ambiental apropiadas, se debe tener en cuenta tanto la posibilidad de crecimiento superficial como la calidad deseable a mantener en los alimentos en cuestión. Modificando la atmosfera gaseosa, es posible retardar la alteración superficial sin rebajar la RH.

Presencia y concentración de gases en el ambiente. El dióxido de carbono es el gas atmosférico más importante que se usa para controlar microorganismos en los alimentos. El ozono es otro gas atmosférico que tiene propiedades antibacterianas, y ha sido probado durante varias décadas como agente para prolongar la vida comercial de determinados alimentos.

Se ha demostrado su eficacia frente a varios microorganismos, pero por ser un fuerte agente oxidante no se debe usar en alimentos ricos en lípidos ya que produce aumento de la rancidez. (Jay J., 2009).

### **Producción y Consumo**

Mientras que el consumo de carne per cápita en algunos países industrializados es alto, en los países en desarrollo un consumo per cápita de carne inferior a 10 kg se considera insuficiente y es causa de subnutrición y malnutrición. Se estima que mundialmente más de 2.000 millones de personas sufren carencias de vitaminas y minerales fundamentales, en particular vitamina A, yodo, hierro y zinc. Estas carencias se producen cuando las personas tienen un acceso limitado a alimentos ricos en micronutrientes como carne, pescado, frutas y hortalizas. La lucha contra la malnutrición y la subnutrición exige el aporte de 20 g de proteína animal per cápita al día o 7,3 kg al año. Esto puede lograrse mediante un consumo anual de 33 kg de carne, o 45 kg de pescado, o 60 kg de huevos, o 230 kg de leche. Estas fuentes generalmente se combinan en la ingesta alimentaria diaria. El crecimiento demográfico constante y el aumento de los ingresos generan una mayor demanda de carne, pero al mismo tiempo dejan un espacio limitado para la expansión de la producción pecuaria. En consecuencia, hacer el máximo uso de los recursos alimentarios existentes es cada vez más importante. La carne de ave está cobrando cada día mayor importancia para satisfacer esta demanda.

**Cuadro 3:** Panorama del mercado mundial de la carne

Producción	2006 (millones tons)	2007 (millones tons)	2008 (millones tons)	est. Var 2007 – 2008 (%)
Carne de bovino	65,7	67,2	68,0	1,1
Carne de ave	85,4	89,5	92,9	3,8
Carne de cerdo	101,7	98,8	100,6	1,8
Carne de ovino	13,3	13,7	14,0	2,0
Total	271,5	274,7	280,9	2,3

Fuente: Perspectivas alimentarias - Análisis del mercado mundial. FAO (2008).

En lo que respecta a nuestro país, en el año 2012 el complejo avícola registró un nivel de producción algo superior al del año anterior, nivel que sigue representando un valor alto en términos históricos aunque inferior al de los países vecinos.

El precio al público en moneda corriente de dicho año presentó un aumento algo superior a la inflación pero destacándose una evolución importante respecto a su principal producto sustituto como es la carne vacuna. La relación de precios respecto a los principales insumos desmejoró, en particular respecto al maíz. Las exportaciones realizadas por la empresa Tres Arroyos, volvieron a aumentar, evidenciando la consolidación de una corriente que, aunque menor en volumen, refleja la potencial competitividad del sector en los mercados de destino. (Errea, 2012).

### **Mercado Mundial**

Según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la producción mundial de carne aviar en el 2012 se ubicó en el entorno de las 90,7 millones de toneladas, superando en 1,9% a la del 2011, con incrementos en la mayoría de los países. La tasa de crecimiento de la producción de carne de pollo se estima para los últimos tres años en un 2% acumulativo anual. Esto revela un enlentecimiento de su expansión, dado que dicha tasa se ubicaba en el 4% en el período 2009/2010. Las regiones del mundo donde se verifica un mayor crecimiento son Asia (301 millones de toneladas) y luego África. China es el mayor productor de carne de ese continente pero la India es el país donde se observa la tasa de crecimiento más alta. En la Unión Europea se estima un crecimiento de la producción de 0,7% alcanzando un volumen total de 14,5 millones de toneladas de carne aviar. Mientras tanto América continúa siendo el principal productor mundial con un volumen de 39,4 millones de toneladas. En Estados Unidos el incremento se situó en 2,3% determinando una producción total de 16,9 millones de toneladas, mientras que en Brasil la producción alcanzó 10,7 millones de toneladas. El consumo mundial de carne de pollo aumento en el año 2012 un 3,5% totalizando 90 millones de toneladas. De las mismas 15 millones corresponden a Estados Unidos, 14,1 millones a China y otros 8,9 millones a la Unión Europea. Brasil y Estados Unidos, en ese orden, continúan liderando las ventas mundiales, concentrando entre ambos casi el 70% de las exportaciones totales. La carne de ave representa el 44% del comercio mundial de carnes, seguido por la de vacuno con un 29% y la de cerdo con 24%. La carne ovina por su parte solo representa el 3% del comercio. Los precios internacionales de la carne de pollo se correspondieron a este marco de relativo dinamismo de la demanda en el mundo. Dicha situación depende por un lado de la evolución del precio del maíz, principal insumo de la producción avícola y determinante central de su costo de producción, y por otro de la demanda en los principales países consumidores afectados por la crisis económica mundial. (Errea, 2012).

### **Mercado Nacional**

La producción nacional presentó en 2012 un incremento del orden del 5% en relación a la alcanzada el año anterior, situándose alrededor de 88.000 T.

De esa manera se alcanza el mayor registro de la historia aunque con un nivel de incremento claramente inferior al observado entre el año 2009 y el 2011. El abaratamiento de la carne de pollo en relación a la carne vacuna habría representado un importante estímulo para el consumo doméstico y las buenas condiciones de precios en el mercado internacional habrían al mismo tiempo significado un fortalecimiento relativo de las oportunidades de exportación. La confluencia de ambos factores habría determinado la existencia de condiciones muy favorables al incremento de la oferta. Este año dichas condiciones se mantuvieron, significando así un estímulo para el desarrollo de la cadena. Sin desmedro de ello, factores vinculados al aumento de algunos costos de producción con un precio de venta que no acompañaba ese proceso, llevaron a algunas empresas del sector a tomar la decisión de reducir coyunturalmente su producción como forma de mejorar el precio y sus ingresos. Dicha acción llevó a que se redujera el proceso de crecimiento de la producción. La empresa Tres Arroyos continúa siendo la principal productora de carne de ave en el país, concentrando en el momento cerca de la tercera parte de la producción nacional. Un total de 5 empresas, incluida la antedicha, concentra el 80% de la producción. (Errea, 2012).

El consumo interno de carne de ave sigue siendo el principal destino de la producción nacional (85%) y su participación porcentual representó en 2012 un nuevo descenso a pesar del incremento de las exportaciones. Este consumo acompaña básicamente la evolución de la producción interna, y se estima que se sitúa en el orden de los 22,6 Kg. por habitante.

El registro es casi un 5% superior al del año anterior y es el valor más alto de toda la historia aunque aún se encuentra muy por debajo de los registros de Brasil y Argentina (valores superiores a los 40 kilogramos por habitante por año). El precio del pollo es el principal determinante de su consumo, y su abaratamiento relativo con respecto a la carne vacuna resulta clave en su incremento.

Las exportaciones presentaron un nuevo incremento, de mayor cuantía respecto a lo alcanzado en 2011, y si bien representan todavía un porcentaje bajo de la producción nacional, parece consolidarse una tendencia exportadora sostenida. Es una demostración que el sector es competitivo en determinados mercados internacionales. El ritmo de las exportaciones fue relativamente estable en el correr del año con precios internacionales que reflejaron el dinamismo de la demanda a escala mundial.

**Cuadro 4:** Producción, exportaciones y consumo interno de carne de ave

Año	Producción (toneladas)	Exportaciones (toneladas)	Consumo interno		
			Global (toneladas)	Por habitante (kg)	Var anual (%)
2003	30.686	7	30.679	9,3	-32,1
2004	40.997	23	40.974	12,4	33,6
2005	48.376	108	48.268	14,6	26,3
2006	63.452	711	62.741	18,9	16,7
2007	50.121	1.637	48.478	14,6	-17,0
2008	75.300	5.072	70.228	21,1	50,2
2009	72.800	6.171	66.629	20,2	-3,3
2010	69.200	7.304	62.100	18,8	-4,9
2011	84.000	11.788	72.212	21,9	21,6
2012	88.000	13.486	74.500	22,6	4,7

2012: estimado

Fuente: en base a datos del M. G. A. P, Urunet e informantes calificados. Errea, (2012)

En el período comprendido entre el 1º de enero y el 30 de octubre del 2012 el precio promedio de las exportaciones uruguayas de carcasas y cortes de pollo, que representan cerca del 90% de las exportaciones totales, se ubicó en los US\$ 1.968 la tonelada, valor muy similar al alcanzado el 2011. Ese precio mostró a su vez importantes diferencias de acuerdo a los países de destino. En Venezuela, principal destino de las ventas de este ítem (67% de su total), el precio se ubicó en U\$S 2.031 la tonelada mientras que en el promedio de los restantes destinos fue de U\$S 1.545. El resto de las exportaciones, subproductos y otros cortes, tienen un valor menor situado este año en promedio en U\$S 696/tonelada.

Respecto a las cantidades exportadas, el volumen alcanzado hasta el 30 de octubre del 2012 se ubicaba en 13.486 toneladas. El mismo representa un incremento del 9.7% respecto a lo exportado en todo el año 2011 y se compone de 11.945 toneladas de carcasas y 1.541 de otros cortes y subproductos de menor valor. Este proceso de aumento de las exportaciones sigue siendo liderado en forma casi exclusiva por la empresa Tres Arroyos, firma de importante trayectoria exportadora y que concentró el 70% del volumen total exportado. Este año sin embargo se incrementó la presencia de otras firmas en negocios de exportación, destacándose en tal sentido la correspondiente a la empresa Frontini, con algo más de 1.000 toneladas.

En lo que refiere a destinos, en 2012 vuelve a repetirse la presencia de Venezuela como principal importador de la carne de ave uruguaya. En efecto ese país concentró el 67% del volumen exportado de carcasas y cortes, seguido por Oman con el 13%, Qatar y Emiratos Árabes Unidos con el 6% cada uno. En lo que respecta a subproductos y otros, Mozambique constituye el principal destino, seguido por Hong Kong. (Errea, 2012).

**Cuadro 5:** Exportaciones totales del sector avícola por destino (miles de USD)

Destino	2011	2010	2009
América (Venezuela)	6.604	64	956
Asia	2.818	5.546	3.330
África	2.251	1.610	1.877
Europa	115	84	88
Total	11.788	7.304	6.251

Fuente: Anuario Estadístico, INAC. (2011)

En la actualidad la producción de carne de ave en nuestro país ocupa aproximadamente 12.000 personas. Como país estamos en condiciones de aumentar el consumo per cápita. Es uno de los principales desafíos que enfrenta la industria avícola, junto a la apertura de nuevos mercados en el exterior. (Faccello J, 2012. Comunicación personal).

**Cuadro 6:** Exportaciones totales del sector avícola por exportador  
(miles de USD)

Empresa	2011	2010	2009
Granja Tres Arroyos	21.422	10.056	7.773
Kareloy	361	531	592
Cooperativa Agrícola de Producción Avícola	227	68	-
Best Chicken Trading	68	516	29

Fuente: Anuario Estadístico, INAC. (2011)

### **Empresas**

Granja Tres Arroyos Uruguay es la empresa que lidera las exportaciones de carne de ave uruguaya al mundo. Es una empresa de capitales argentinos, instalada en nuestro país hace casi una década. Comenzó adquiriendo las viejas estructuras de Granja Moro, remodelando y adaptando las mismas a las exigencias de los nuevos mercados. Cuenta con una planta de incubación con capacidad de producción de 420.000 huevos semanales, ubicada en Puntas de Valdez, Km 61 de la Ruta 1, Departamento de San José. También tiene su planta de alimento balanceado con una capacidad de producción de 21 toneladas/hora. Está ubicada en Joanicó, Departamento de Canelones. Su planta de faena tiene una capacidad de producción de 8.000 aves por hora. La misma cuenta con un túnel de enfriamiento y dos cámaras frigoríficas con capacidad para 1.200 toneladas. Nueve granjas de crianza de aves, que suman aproximadamente 200 hectáreas. Estas granjas están ubicadas en los Departamentos de Montevideo y Canelones. En la actualidad, la empresa posee 1.600.000 pollos en crianza, faena en promedio 35.000/40.000 por día. La empresa fija tasas de crecimiento año a año. Hoy en día se encuentra posicionada como líder en producción y exportación. Posee más de 100 granjas integradas con una capacidad superior a 200.000 metros de galpones. La empresa posee en el Uruguay 355 empleados directos distribuidos en los distintos establecimientos, a los que se suman además todos los terceros involucrados como fleteros, granjeros integrados, proveedores de cereales y otras materias primas. Es una empresa ejemplo de integración vertical. (Granja Tres Arroyos, 2012).

Otra de las empresas que lidera la producción avícola nacional es Avícolas del Oeste. Comenzó en la década del 60 por parte de Ernesto Frontini, propietario de la empresa, como un emprendimiento personal de pequeña envergadura. Con el paso del tiempo, el mercado fue pautando la necesidad de ampliar la producción y hacerla más especializada. Pocos años después adquirió una chacra en la zona Oeste de Montevideo, donde construyó los primeros galpones llegando así a producir unos 800 pollos por semana. Comenzó comprando pollitos de un día para su crianza. En la década de los 90 se puso en funcionamiento la planta de incubación, adquiriendo en Brasil planteles de reproductores de las mejores líneas genéticas mundiales. Así se generó una empresa de estructura vertical. Incorporaron a su estructura de crianza a productores integrados (o façoneros). Actualmente suma unos 75 establecimientos concentrados básicamente en el departamento de Canelones. Esta actividad avícola da trabajo a más de 680 empleados en forma directa y en forma derivada a sus familias, involucrando además a proveedores y clientes. Unas 5.000 personas de una manera u otra se vinculan a dicha empresa. Los proyectos de Avícolas del Oeste son aumentar la producción en la medida que lo requiera el crecimiento sostenido del mercado interno, e incursionar en el mercado de exportación. Estos emprendimientos exigen aumentar infraestructura de faena y cadena de frío de la planta. Se proyecta ampliar su línea de productos, apuntando a embutidos, marinados y línea de cocidos. (Avícolas del Oeste, 2012).

Cabe destacar la presencia de otras empresas que participan en la producción de carne de ave a nivel local son Avícola El Poyote, Tenent, Casaquinta y Calpryca, de las cuales no existen datos de producción disponibles.

## **Cuadro 7: Fortalezas y debilidades de Uruguay**

---

### **Fortalezas**

---

Buen status sanitario (Libres de Newcastle e Influenza)

Preferencia del consumidor por pollo grande y fresco

Nivel tecnológico.

Barrera logística para distribución de producto importado

Costos bajos de harina de carne, pescado y maíz

---

## **Debilidades**

---

Escala

Granos más caros que en Brasil y Argentina

Logística de importación de granos

Costo de energía para producción

Marco regulatorio laboral y sanitario

Competencia de informales

---

La evolución en la productividad de la carne de ave marca que en 2005 la producción alcanzó un pollo de 2,3 kg a los 45 días, con conversión de 1,8 y una mortalidad de 5%. Con el paso de los años se van mejorando los parámetros productivos y se estima para el 2015 alcanzar pollos de 2,5 kg a los 40 días, con conversión de 1,6 y tasa de mortalidad 5%. (Trenchi, 2010. Comunicación personal).

### **Avances: Sistema de Monitoreo Avícola**

La Mesa Avícola, creada por Ley 18.615, está conformada por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) y el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) representando al sector público y al subsector carne (industriales y façoneros) y el subsector huevos representando los sectores privados. El fin es impulsar el desarrollo del sector en todas sus fases, desde la producción, la inserción en las cadenas productivas y la exportación de sus productos. El Ministerio a través de la Dirección General de la Granja (DIGEGRA), Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA), Unidad de Asuntos Internacionales (UAI) y el Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SNIA) atiende los factores determinantes para el crecimiento y desarrollo de toda la cadena productiva. Los pilares fundamentales para el logro de este objetivo son: alcanzar un status sanitario, garantizar la inocuidad en la manipulación de los productos, estandarización de los procedimientos productivos y calidad al consumidor. El contralor se realiza a través de la DGSG. El Sistema de Monitoreo Avícola permitirá dar garantías sanitarias y de calidad de los productos y lograr la inserción de los productos de calidad certificada en los mercados más exigentes. El sistema de trazabilidad por lotes se comenzó a implementar el 4 de febrero de 2013. Para ello la UAI apunta al desarrollo de este sector, buscando nuevos mercados de exportación. Se busca mejorar la integración entre los distintos actores de la cadena, con el fin de contribuir al desarrollo del sector y promover la permanencia de los productores en el medio rural.

Los objetivos trazados por el nuevo Sistema de Monitoreo Avícola son: mejorar la gestión y contralor del registro de actores del sector avícola y de sus actividades; implementar un sistema de trazabilidad por lotes y apoyar al proceso de formalización del sector. El alcance de dicho Sistema abarca las actividades y actores vinculados al circuito de producción de huevo y carne a nivel comercial. La conferencia de prensa del nuevo Sistema se llevó a cabo el 30 enero de 2013, a cargo de la Dra. María Nela González, Dr. José Olascuaga y Dr. Francisco Muzio. (MGAP, 2013).

## **EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN**

La inocuidad alimentaria debe gestionarse a lo largo de toda la cadena, denominada “de la granja al tenedor”, “del campo al plato” o “del establo a la mesa”. El control de los peligros microbiológicos en la producción puede ayudar a reducir esfuerzos en las etapas posteriores de la cadena alimentaria y el riesgo para el consumidor. Lo citado es de particular importancia, si se tiene en cuenta que se ha estimado que el 75% de los patógenos emergentes son de origen zoonótico y que los patógenos asociados con la zoonosis tienen el doble de posibilidades de estar asociados con enfermedades emergentes. Se ha sugerido que las tendencias existentes en materia ambiental, demográfica y consumo, junto con los cambios en las practicas ganaderas y en la elaboración de alimentos, es probable que aumenten el riesgo de enfermedades de origen alimentario a futuro. Esto, en el contexto altamente competitivo de la industria global junto con su presión continua para reducir los costos, hace que la gestión de la calidad y la inocuidad de los alimentos adquiera gran importancia (Mead G., 2009).

En lo que a la avicultura refiere, la contaminación bacteriana del interior del huevo puede ocurrir en los ovarios o en los oviductos durante el desarrollo del huevo o posteriormente por penetración a través de la cascara. Tras la eclosión de los huevos, los recién nacidos adquieren microorganismos adicionales de la incubadora y de otras fuentes medioambientales.

### **Huevos**

Ciertos microorganismos (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Micoplasma*) pueden infectar los ovarios y oviductos de las gallinas. Estos organismos pueden pasar por el ovario al óvulo y del oviducto a la yema, albumina o membranas durante la formación del huevo. El mayor riesgo para la salud humana lo constituye la transmisión en el ovario de *Salmonella enteritidis*. En ciertos países se examinan el conjunto de aves reproductoras y se eliminan o se tratan las aves enfermas. Los nuevos lotes de reproductoras se mantienen en cuarentena para evitar la introducción de aves infectadas en la explotación. Tal programa permite evitar que el lote reproductor sea fuente de microorganismos patógenos.

La cascara del huevo se contamina con microorganismos intestinales cuando los huevos pasan a través de la cloaca y al contactar con los materiales del nido o superficies de postura.

La contaminación bacteriana de la cascara se puede reducir proporcionando materiales limpios para los nidos, recogiendo huevos frecuentemente y fumigando los huevos inmediatamente después de su recolección. Las bacterias Gram negativas que penetran en el huevo bien por transmisión ovárica o por penetración a través de la cascara, pueden alcanzar la yema y subsiguientemente infectar al embrión en desarrollo.

### Incubación

Los huevos enteros pueden tratarse para destruir los microorganismos contaminantes de la cáscara. Un método consiste en fumigar los huevos en formaldehído. Algunos huevos se sumergen o se inyectan con una solución de antibiótico antes de colocarlos en la incubadora. Así la desinfección de la cáscara de los huevos es una práctica normal entre las reproductoras y también puede realizarse en otras explotaciones con incubadoras. Las cáscaras del huevo contaminadas, la materia fecal y la pelusa de las aves recién nacidas contaminan las incubadoras y las corrientes de aire distribuyen los microorganismos presentes en el medio ambiente. En las áreas sucias se procura que la presión del aire sea negativa y se filtra el aire entrante para reducir al mínimo la transferencia de microorganismos. La distribución de la incubadora y el control de personal, equipo, aire y materiales de desecho son factores importantes para prevenir la diseminación de patógenos entre los huevos y que no infecten a los nuevos animales.

### Sanidad

El desarrollo de la flora intestinal normal puede influenciar la resistencia de las aves a las enfermedades. Esta flora puede inhibir el establecimiento de patógenos humanos (por ejemplo *Salmonella*, *Campylobacter*). El estado sanitario general de una población de aves es un factor que puede influenciar la susceptibilidad de las aves a la colonización por estos patógenos. Por ejemplo, existe evidencia de que la *Coccidiosis* en una población puede significar mayor incidencia de infección por *Salmonellas*. Igualmente, las raciones que contienen *Aflatoxinas* u *Ocratoxinas* pueden originar mayor mortalidad en aves jóvenes que se infecten con *Salmonellas*.

### Agua de bebida

El agua es fuente de microorganismos alterantes y de algunos patógenos. El agua que se suministra a través de bebederos abiertos frecuentemente se contamina con polvo, raciones, plumas, patas, picos y heces.

La limpieza periódica de los bebederos impide la implantación de poblaciones bacterianas en el agua y reduce el riesgo de infección a partir de esta fuente. Las salpicaduras de agua sobre los comederos y raciones también favorece la multiplicación bacteriana en estos materiales. La instalación de bebederos adecuados reduce la contaminación a través del agua de bebida y el goteo de agua sobre el suelo. También debería desinfectarse el agua que se suministra a las aves, utilizando sistemas de acidificación y cloración.

### Transmisión de patógenos

Los gérmenes patógenos tanto de origen humano como de producción animal pueden transmitirse fácilmente a las aves de una granja o una población. Las aves pueden infectarse a través del agua de bebida, alimento o por picoteo en suelo o comederos contaminados. Los pollitos contaminados difunden rápidamente *Salmonella* y *Campylobacter* a otras aves jóvenes. La capacidad de infección de las aves disminuye a medida que aumenta su edad, siendo las aves adultas más resistentes. El canibalismo en una población infectada difunde numerosos patógenos y saprófitos que pueden estar presentes en el tracto intestinal o en la piel. Por ejemplo, se ha responsabilizado al canibalismo de los brotes de *Botulismo tipo C* en broilers cuando las aves mueren y no se eliminan a tiempo de la granja. La resistencia de las aves a la infección disminuye en situaciones de excesivo calor, frío u otros agentes estresantes. Los broilers se crían en granjas en las cuales conviven miles de aves. La transmisión de patógenos entre aves puede reducirse con medidas tales como espacios adecuados en las granjas, suficiente ventilación, filtrado del aire de entrada, retirada rápida de los animales muertos, utilización de dispositivos para mantener a las aves fuera de los comederos y bebederos, limpieza diaria de bebederos, utilización de alimento granulado, control de entrada a la granja (personas, pájaros, roedores), limpieza y desinfección de las granjas entre los distintos lotes, limpieza de vestuario y desinfección de botas. En aquellos países en los cuales se observan estas medidas preventivas se produce baja incidencia de *Salmonella* en animales vivos así como en carcasas procesadas. Igualmente las anteriores medidas preventivas también tienen efectos favorables sobre la presencia y número de otros gérmenes patógenos. La prevención de enfermedades dentro de una granja es un factor importante para asegurar la rentabilidad de la explotación. También lo es para la salud pública ya que los patógenos pueden transmitirse a los operarios durante el sacrificio de los animales (*Streptococcus*, *Campylobacter*) y a los consumidores a través de los productos frescos procesados (*Salmonella*, *Campylobacter*).

### Transporte y descarga

La retirada del alimento en las granjas de 8 a 12 horas antes del sacrificio reduce el riesgo de que los intestinos se rompan durante la evisceración y contaminen las carcasas.

Los lotes de aves con desarrollo suficiente se recogen normalmente en la granja, se colocan en jaulas y son transportados hasta la planta de faena para el sacrificio en el mismo día. Cada lote de aves se sacrifica normalmente como un lote separado de otros. Los procedimientos de captura y transporte se realizan de forma de producir el mínimo estrés a las aves. Cuando la manipulación y transporte antes del sacrificio producen estrés, las aves son más propensas a transmitir *Salmonella* cuando llegan a las plantas de procesado. De ahí que controlando estos factores se puede reducir la transmisión de una camada a otra antes que las aves entren a la planta de faena.

Cuando el transporte de las aves se realiza en jaulas se incrementa la contaminación del plumaje con microorganismos de origen fecal de forma que los microorganismos de las heces y las plumas se pueden difundir mejor entre animales dentro de las jaulas.

### Entrada de aves

La entrada de las partidas de aves es la principal fuente de microorganismos que se encuentran en las canales. Las plumas, patas, cuerpo de las aves y las jaulas se encuentran contaminadas con una gran variedad de microorganismos. Durante el colgado y desangrado se produce el correspondiente aleteo que da lugar a polvo y aspersión de gotitas. Así se ha aislado *Salmonella* del aire en las zonas de descarga de los animales. El tracto intestinal constituye una fuente importante de contaminación bacteriana.

## **LA FAENA**

### **Establecimiento**

Se entiende por establecimiento de faena a toda organización industrial y comercial que se dedica a la faena y preparación de carnes enfriadas y congeladas, y asegura de por sí o por medio de terceros un integral aprovechamiento de los subproductos. Los sectores básicos de una playa de faena pueden dividirse en: Recepción de jaulas, insensibilización, degüello, escaldado, pelado, repasado, lavado/escurrido, eviscerado, preparación de menudos, escurrido y envasado de las aves, cámaras de enfriado, expedición, lavadero de bandejas, filtro sanitario, local de restos (sangre, plumas, patas, cabezas, vísceras, carcadas descartadas), cocción de restos. Los establecimientos habilitados deben contar con Inspección Veterinaria Oficial. Las áreas de inspección se encuentran antes del colgado y en la etapa del eviscerado, generalmente. Existen una serie de requisitos constructivos a la hora de planificar un establecimiento de faena exitoso. En cuanto a la ubicación, debe tener buenos accesos y se valora la cercanía a vías de salidas portuarias o aéreas.

El abastecimiento de agua es un punto crítico en la industria frigorífica. Al elegir un sitio para establecer un establecimiento es vital evaluar la disponibilidad de agua. Desde el colgado del ave hasta la refrigeración de la carcasa eviscerada se utilizan entre 20 y 30 litros de agua por carcasa. También ha de preverse la disposición de las aguas residuales y el manejo de efluentes. El agua tiene diferentes usos en la planta (agua para lavado de jaulas, de limpieza de medios de transporte, aplicación en carcasas, de lavado de playa de faena). Se deben aplicar diferentes tratamientos a las aguas residuales, mediante sistemas de filtración y sistemas de estanques y lagunas. En cuanto a limitar el predio del establecimiento, se debe establecer cercos perimetrales en los alrededores del establecimiento, construir accesos y vías interiores. Debe contar con buena luz natural y artificial. La ventilación debe ser acorde, con presencia de aberturas y colocación de mallas anti insectos en cada una de las mismas. Los materiales de construcción de la planta deben ser resistentes para la actividad y que no sufran el impacto de la corrosión.

Se debe realizar un equipamiento acorde a los objetivos y a la capacidad de faena de la planta. Cada técnico Veterinario encargado de los procesos de producción, decide junto a las autoridades del establecimiento una diagramación de flujo del proceso. Se comienza desde un producto inicial para llegar al producto final, desde zonas muy contaminadas a zonas sin contaminación. El rol del Inspector Veterinario Oficial es supervisar y controlar que todo animal para faena y toda carne y productos de origen cárnico que se preparan en los establecimientos habilitados de faena e industrialización sean inspeccionados, manipulados, procesados, envasados, identificados y transportados de acuerdo con las disposiciones contenidas en el Reglamento Oficial de Inspección Veterinaria de Productos de Origen Animal y con las normas técnicas que al respecto dictan las autoridades. La Inspección Ante Mortem tiene como objetivo principal seleccionar aves sanas y aptas para la faena. Las aves sospechosas son retenidas hasta realizar una estricta evaluación y determinar si son aptas o no aptas. Es total responsabilidad del Veterinario el aislamiento de enfermos y sospechosos, así como determinar si se faena el ave o no. Se busca minimizar el riesgo de ingreso de agentes microbiológicos a la planta de faena, como inhibir la dispersión o multiplicación de esos agentes. También se puede seleccionar aves que requieran Inspección Post Mortem detallada.

La Inspección Post Mortem tiene como objetivo principal evaluar los cambios sensoriales y posible presencia de patologías, realizando inspección de cabeza, piel, miembros, esqueleto y cavidad oral. Se realiza inspección de vísceras e inspección de carcasas, tomando en cuenta cambios de coloración, olores, textura de órganos. (Perdomo L, 2010. Comunicación personal).

## **Efectos del procesado**

Las operaciones de procesado difieren según el tipo de aves que se procese, número de aves sacrificadas, tipo de equipamiento que se dispone y de la utilización que se les quiera dar a los productos. La forma de como las aves se sacrifican y se faenan están influenciadas por las normativas locales. En general, el faenado de las aves es el siguiente: se sacan de las jaulas, se cuelgan de los miembros en ganchos de la cadena, se aturden por electronarcosis, se sacrifican por corte de las carótidas y se dejan desangrar. A continuación se escaldan, despluman y se lavan. Posteriormente se cortan las cabezas, patas. Se extraen las vísceras, se inspeccionan y se separan; los pulmones se separan mediante vacío y se recortan los cuellos. A continuación la carcasa es lavada con aspersion de agua y es enfriada. Después del enfriamiento las aves son clasificadas y se envasadas como aves enteras o partes comerciales.

La población bacteriana de las carcasas de pollo está constituida generalmente por tres tipos de microorganismos: la flora natural de la piel, la flora transitoria que se asocia a la piel y plumas durante el sacrificio, y la contaminación que se produce en la piel durante la faena. Este último grupo procede del equipo y agua utilizada, del tracto gastrointestinal de las aves y, en menor medida, de los operarios. Se han propuesto varios mecanismos de como las bacterias llegan a las carcasas. Para entender mejor el problema de la contaminación de las carcasas y los efectos del faenado se hará una breve descripción de los mecanismos.

- **Retención**: ocurre cuando las carcasas se lavan con agua contaminada. Puesto que se queda retenida una película de agua en la superficie de la carcasa, el nivel de contaminación depende directamente de los recuentos bacterianos existentes en el agua de lavado. Aguas de lavado con baja carga bacteriana producirá poca retención de microorganismos. Algunas estimaciones indican que se puede reducir en un 90% el número de bacterias que quedan en la carcasa utilizando aspersores de agua solamente en varios puntos precisos del faenado. También la piel poco escaldada retiene menos microorganismos que con un escaldado mayor.
- **Atrapamiento**: se produce cuando se absorbe agua por parte de la superficie de la carcasa (por ejemplo: piel y capas de tejido conectivo). El hinchamiento de los tejidos abre los poros y hendiduras a las bacterias que pueden penetrar y quedar atrapadas. Estas bacterias no son eliminadas cuando se aspersiona agua a la carcasa. Igualmente se encontrarían en cierta forma protegidas frente a procesos de descontaminación mediante productos químicos. La utilización del procedimiento de escaldado y desplumado origina una extensión de daños físicos producidos en la superficie de la piel de las aves.

Mientras mayores sean los daños físicos en la dermis y en la epidermis mayor será el riesgo de que las bacterias queden atrapadas y adheridas a la piel. Las bacterias que quedan inicialmente retenidas en la película de agua alrededor de la carcasa pueden, con el paso del tiempo, quedar finalmente atrapadas.

- Adhesión: se produce cuando los microorganismos se adhieren a la superficie de los tejidos. Solamente algunas bacterias son capaces de tal adhesión. En una investigación se constató que las 13 cepas de *Salmonella* ensayadas se adhirieron a la fascia muscular de los pollos. También se constató la adhesión a la fascia muscular de una cepa de *Campylobacter* y de *Escherichia coli*. Por su parte las bacterias que en su crecimiento favorecen la producción capsular de glicocalyx fueron menos capaces de adherirse, lo que sugirió que el glicocalyx puede bloquear los lugares responsables de la adhesión de bacterias. La adhesión bacteriana a las canales de pollo tiene lugar sobre la fascia o tejido conectivo que se encuentra rodeando al musculo debajo de la piel. De hecho, no se ha observado adhesión de los gérmenes a las fibras musculares. La fascia es como un tejido de malla independiente formado por fibras de colágeno y elastina atrapadas en una matriz de glicosaminoglicanos (GAG). Las bacterias se adhieren aparentemente a la matriz de GAG en vez de a las fibras de colágeno. Se ha identificado un mucopolisacarido, el hialurano, como el componente del GAG al que se adhieren las bacterias.

Las condiciones óptimas para que se produzca la adhesión son un pH neutro, fuerza iónica muy baja, inmersión previa en agua durante un periodo largo (por ejemplo, 20 minutos) e inmersión sostenida en contacto con células bacterianas. La adición de sales, por ejemplo cloruro sódico, magnésico o cálcico, al agua puede hacer descender la adhesión y, hasta cierto límite, facilitar la eliminación de las células.

Aunque los tres mecanismos (retención, atrapamiento y adhesión) pueden realmente ocurrir, la significación relativa de cada uno de ellos es. A medida que transcurre el tiempo, las bacterias se pueden encontrar más estrechamente ligadas a la capa externa de la piel. Este hecho se puede explicar parcialmente por el atrapamiento y, quizás, por una adhesión no específica. Esta forma mas general de adherencia difiere de la adhesión específica para la *Salmonella* a la fascia y tejido conectivo descrita anteriormente.

La eficacia de los diferentes métodos de antibacterianos estará influenciada por las tasas bacterianas que hayan quedado retenidas, atrapadas o adheridas.

Además, estos factores deben considerarse en la selección de los procedimientos de muestreo para cuantificar o detectar microorganismos en las aves crudas. (ICMSF, 2001).

### **Etapas**

De acuerdo con el Reglamento Bromatológico Nacional las canales deberán ser presentadas al comercio despojadas de: plumas, cabeza, cuello, tarsos y vísceras toraco-abdominales, incluyendo tráquea, esófago, buche, pulmones, sacos aéreos, riñones, intestinos, bazo, bolsa de Fabricio y órganos sexuales (Reglamento Bromatológico Nacional, 2005).

Sacrificio: las aves se aturden mediante electronarcosis a medida que avanzan en los carriles aéreos desde la zona de recepción. Microorganismos entéricos pueden contaminar la superficie del cuerpo del ave. Después del aturdimiento, se procede al desangrado mediante sección de las arterias carótidas. La hoja del cuchillo o aparato utilizado puede diseminar bacterias de unas aves a otras. *Salmonella* de un ave infectada puede difundirse a muchas canales mediante la contaminación de las diversas piezas del equipo que contactan con cada canal. (Ricaurte, 2005; Morshedy, 2009).

Escaldado: las canales se escaldan y produce una dilatación de los folículos que facilita la posterior eliminación de plumas. Entre los métodos más utilizados figuran la inmersión, la aspersion de agua caliente, tratamiento con vapor y la aspersion de agua caliente simultánea al desplumado. El escaldado por inmersión es el método más comúnmente practicado. El tiempo y temperatura de escaldado depende de si se va eliminar la capa epidérmica o cutícula de la piel. Los escaldados más suaves (por ejemplo 52°C durante unos 3 minutos) no eliminan la epidermis de la piel.

Escaldados más intensos (por ejemplo 58°C durante unos 2,5 minutos) eliminará la epidermis. La piel libre de cutícula constituye un sustrato más adecuado para el crecimiento de microorganismos alterantes. Los pollos se pueden someter a diferentes tratamientos de escaldado, de forma tal que el tratamiento seleccionado va depender de la apariencia deseada y del método de enfriamiento. En Europa, los escaldados más fuertes se usan en aves que se enfrían con agua y se venden congeladas. Los escaldados suaves se utilizan en aves que se enfrían por aire y se venden frescas, mientras que los escaldados más fuertes se le dan a canales de apariencia menos atractiva.

En el agua de escaldado se libera tierra, polvo y materiales fecales procedentes de patas, plumas y partes de la piel. Por ello no es sorprendente que se haya aislado una gran variedad de bacterias (*Clostridium*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*) en el agua de escaldado, de las canales o de los sacos aéreos inmediatamente después del escaldado. Los recuentos aerobios en placa de agua de escaldado suelen

ser inferiores a 50.000/ml. Estos bajos recuentos se deben al efecto combinado de la continua renovación del agua, la introducción del agua de sustitución limpia y la elevada temperatura de escaldado. El recuento de aerobios mesófilos depende de las condiciones de escaldado y de la materia orgánica de las aves. El tiempo y temperatura de escaldado puede influenciar tanto en la destrucción como en el tipo de microorganismos que sobreviven en las canales.

**Cuadro 8:** Comparación del efecto de las condiciones de escaldado

Grupo microorganismo	60°C – 115´		53°C – 128´	
	Antes	Después	Antes	Después
<i>E. coli</i>	3,5	0,8	<4,0	3,4
<i>Enterobacteriaceae</i>	4,9	<2,0	6,1	4,2
Psicotrofos	4,3	<2,0	4,2	<2,0
Aerobios en placa	7,9	4,9	7,9	6,5

Fuente: ICMSF, 2001.

Las bacterias adheridas a la piel son más termo resistentes que los mismos tipos no adheridas. A medida que se aumenta el pH del agua de escaldado se incrementa la velocidad de muerte de las bacterias adheridas a la piel.

La combinación de escaldado por aspersión y desplumado, el escaldado con vapor y agua caliente y el escaldado discontinuo con vapor a presión sub atmosférica parecen reducir más eficazmente los recuentos bacterianos que el escaldado por inmersión, debido a que utilizan temperaturas más altas y una mayor relación de agua por canal. Sin embargo estos escaldadores no son de utilización general ya que originan decoloraciones en la piel y no ofrecen ventajas económicas sobre los métodos convencionales de escaldado.

Desplumado: el desplumado mecánico se realiza a través de desplumadoras por las que pasan las aves escaldadas y en las cuales se les golpea de forma giratoria con unos dedos de goma para eliminar las plumas. El recuento de aerobios en placa aumenta significativamente tras el desplumado. Los recuentos elevados de aerobios y *Staphylococcus* está relacionado con la difusión de microorganismos en las maquinas desplumadoras y con la inadecuada limpieza de los dedos de goma de tales maquinas. El calor generado por las aves escaldadas hace que las temperaturas de operación de las desplumadoras sean altas.

Además del calor y la humedad elevada, la abundancia de nutrientes procedentes de las canales hacen que se generen condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos. Los dedos de goma de las desplumadoras son difíciles de limpiar y están sujetos al desgaste y a la rotura. Incluso antes de que se deterioren, los microorganismos pueden fácilmente penetrar por debajo de la superficie de dichos dedos. Una vez que estos se establecen en los equipos, sobreviven y se multiplican se transforman en flora natural del equipo. Se puede controlar parcialmente profundizando en una adecuada limpieza antes de la desinfección, reponiendo los dedos de goma desgastados y evitando la excesiva acumulación de plumas. La aspersión de agua con suficiente cloro (por ejemplo >50 microgramos/ml) y no tapar la desplumadora cuando está en operación de forma que el calor no se acumule en su entorno, son algunas medidas eficaces para el control de microorganismos.

La operación de desplumado es también una fuente importante de contaminación con *Campylobacter*, *Salmonella* y *Escherichia coli*. El desplumado difunde microorganismos de unas pocas canales contaminadas a muchas otras canales. Durante esta primera fase del procesado muchos organismos fecales y otros tipos de bacterias se adhieren a las superficies de la canal o penetran en los folículos de las plumas, y en consecuencia, son difíciles de eliminar durante el subsiguiente procesado. Los niveles de microorganismos que quedan sobre las canales de aves reflejan estrechamente la calidad microbiológica de las canales inmediatamente después del desplumado.

Evisceración: suele originar la contaminación de las canales con microorganismos intestinales. Durante la evisceración los microorganismos son transferidos de una canal a otra por los trabajadores, los inspectores y el equipo. La apertura manual de la cavidad abdominal y la evisceración manual producen considerable contaminación, en especial cuando se cortan los intestinos.

La extracción al vacío del contenido de la cloaca e intestino elimina la contaminación fecal y de otros microorganismos. La evisceración mecánica requiere un adecuado mantenimiento y una limpieza continua de la maquinaria para evitar que se incremente la población bacteriana de las canales.

Lavado: en la mayoría de los países las canales se lavan con aspersión de agua después de la evisceración. Por ejemplo, en los países de la Unión Europea, se utilizan al menos 1,5 litros de agua por canal con pesos de hasta 2,5 kg. Existe un creciente consenso de que es más eficaz para prevenir un incremento de *Enterobacterias* y *Salmonella*, realizar varias veces el lavado por aspersión durante el eviscerado que un simple lavado después de la evisceración. El lavado por aspersión de las canales después del desplumado y de nuevo después de la evisceración elimina la materia orgánica y algunos microorganismos adquiridos durante el proceso de evisceración.

El lavado por aspersión puede disminuir de un 50 a un 90% los recuentos de aerobios, *Enterobacterias* y *Coliformes*. La contaminación con *Salmonella* también se reduce significativamente después del lavado por aspersión. Sin embargo, las canales se pueden contaminar durante el lavado con *Pseudomonas*. La adición de ácidos orgánicos o la cloración del agua de lavado por aspersión no aumenta la vida útil de las canales frescas. No obstante, se pueden lograr menores recuentos bacterianos cuando se añade cloro tanto al agua de lavado por aspersión como al agua de tanque de enfriamiento.

Enfriamiento: el enfriamiento demora el crecimiento de las bacterias psicotrófas y evita el crecimiento de la mayor parte de los patógenos de los alimentos. El método de enfriamiento ha constituido una etapa controvertida en el sacrificio de las aves. El método elegido está influenciado por los aspectos económicos e higiénicos y por la legislación correspondiente. De esta forma el método ideal es aquel que consiga reducir la contaminación microbiológica, evitando crecimiento de microorganismos patógenos manteniendo una adecuada relación costo beneficio. El enfriamiento debe provocar la descontaminación para así mejorar la calidad y garantizar la inocuidad del producto. Las canales pueden enfriarse por inmersión en tanques que contienen hielo picado o agua fría sin hielo, por aspersión de agua fría o por circulación de aire frío. A continuación desarrollaremos el método más utilizado en nuestro país.

*Enfriamiento continuo por inmersión:* en este método las canales se desplazan y agitan dentro de uno o más tanques de agua fría. La agitación de las canales se consigue por medios mecánicos o por aire comprimido. El flujo del agua puede ser a contracorriente respecto a la dirección del desplazamiento de las canales, conocido como overflow. La contaminación que experimentan las canales viene determinada por la calidad microbiológica del agua en el punto de la salida final del refrigerador. El enfriamiento continuo por inmersión tiene una ventaja definida sobre el enfriamiento por otros métodos y es que resulta muy eficaz y relativamente barato.

La agitación mecánica elimina algunos microorganismos de las canales aunque también algunos pueden ser transferidos a otras canales sino se controlan las condiciones de enfriamiento. Existe una relación directa entre el número de *Salmonella* en el agua del tanque de enfriamiento y la incidencia de *Salmonella* en las canales. Esto indica que las muestras de agua del tanque de enfriado pueden ser un medio efectivo para estimar la incidencia de *Salmonella* en las canales de aves después del enfriamiento. Las diferencias existentes entre los recuentos de aerobios en placa y de microorganismos indicadores, particularmente los de origen fecal, durante la etapa de enfriamiento, se explican por:

1. La cuantía de la contaminación bacteriana de las canales antes del enfriamiento.
2. La cuantía del flujo de agua por canal.
3. La relación entre el número de canales y el volumen de agua de enfriado.

Si la cantidad de agua usada por cada canal es insuficiente, los microorganismos se acumulan en el agua de enfriamiento y el número encontrado sobre las canales aumenta en lugar de disminuir. Los modernos sistemas de refrigeración a contracorriente pueden mejorar la apariencia de las canales al lavar las superficies externas de la canal, reducir sus recuentos bacterianos, minimizar la contaminación cruzada y ejercer un control sobre la materia orgánica en el agua de enfriado que de otra forma disminuiría la efectividad de la cloración. La legislación en materia de industrias alimentarias, como las de aplicación en Unión Europea y en Estados Unidos, especifican los requerimientos higiénicos mínimos de la refrigeración continua por inmersión.

Envasado: los pollos refrigerados pueden envasarse como canales enteras, despiezadas y vendidas en partes o procesadas en una amplia variedad de productos. Una contaminación adicional a las anteriormente comentadas se puede producir durante la manipulación y procesado de las canales. El mantenimiento de la calidad de las aves frescas está significativamente afectado por la extensión de la contaminación de bacterias psicotrófas. La condición higiénica de las cintas transportadoras y otros equipos (cuchillos, mesas, tubos) que entran en contacto con los pollos refrigerados es a menudo un factor importante que influye en el porcentaje de contaminación. El equipo utilizado es también un vehículo de contaminación cruzada con patógenos entéricos en todas las fases del procesado. (ICMSF, 2001).

### **Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos: HACCP**

Existe una tendencia inexorable hacia la generalización del uso del Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP) y los Programas de Requisitos Previos (GMP/SSOP) como sistemas preventivos de gestión. Esto ha provocado que se deje de utilizar el análisis microbiológico de alimentos como única herramienta para garantizar que los peligros microbiológicos estén controlados.

De hecho, la analítica microbiológica se ha visto integrada en estos sistemas preventivos de gestión, pudiendo desarrollar su función en la vigilancia, validación o verificación. Además, los análisis microbiológicos pueden ser precisos para demostrar el cumplimiento de los criterios microbiológicos (ya sean de estándares, guías, o especificaciones) y en la investigación de un fallo en el proceso de la producción. (Mead, 2007).

Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) es un procedimiento preventivo que aplica un sistema de siete principios para producir alimentos libres de peligros para la salud del consumidor. El objetivo de dicho procedimiento es producir alimentos inocuos, libres de peligros para la salud, y ser capaz de comprobar que así se están produciendo. Su propósito es mantener bajo control todos los agentes que puedan provocar daño al consumidor. Las condiciones previas para la aplicación del sistema HACCP son las siguientes: cumplir con los principios generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius, cumplir con la legislación vigente, disponer de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), practicar los Procesos Operativos Estandarizados de Sanitización (SSOP). (López, C. 2010. Comunicación Personal).

**Cuadro 9:** Principios para un sistema HACCP definidos por National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods

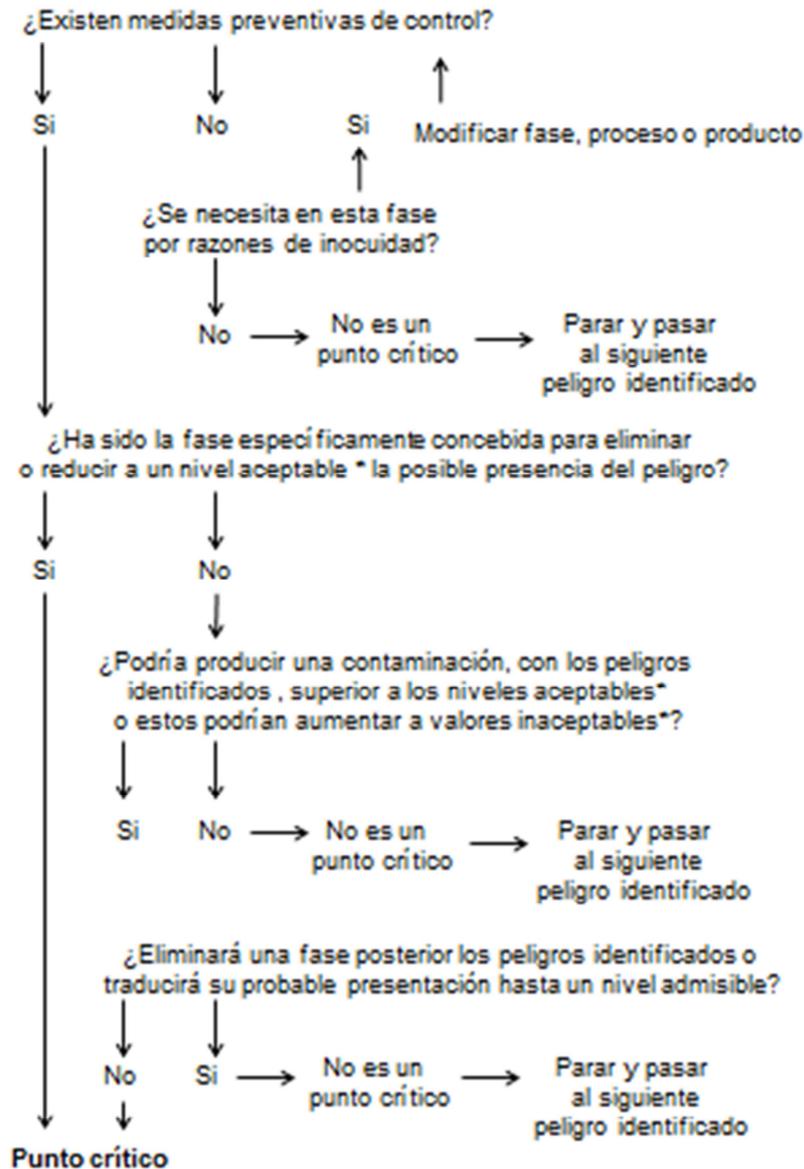
<b>Principio</b>	<b>Acción en HACCP</b>
1	Realizar un análisis de riesgos en la planta. Hacer una lista de todos los procedimientos donde se pueden generar riesgos
2	Identificar todos los puntos críticos de control (PCC) en el proceso. Los PCC's son críticos para la seguridad del producto
3	Establecer un límite crítico para cada PCC identificado
4	Establecer requisitos para evaluación del PCC
5	Establecer acciones correctivas a tomar en el PCC en caso de desviación del límite crítico
6	Establecer un procedimiento para verificar el efectivo funcionamiento del programa HACCP
7	Establecer procedimientos de registro efectivos para documentar el programa HACCP

Fuente: Northcutt J., Russell S. (2010).

A continuación se detallan los siete principios que se aplican en un plan HACCP:

1. **Conducir un análisis de peligros.** Valorar los peligros y los métodos de prevención en cada etapa del proceso de producción. Un análisis del peligro formal llevaría a determinar donde se encuentran los peligros y que puede hacerse para evitar que esos peligros aparezcan. Utilizando como ejemplo un producto cocido, un peligro lo constituiría un tratamiento térmico deficiente que permitiría a los microorganismos patógenos multiplicarse durante la etapa comercial del producto y, si se consume, originar una intoxicación alimentaria.
2. **Identificar el control de puntos críticos durante el proceso.** Control de los puntos críticos son aquellos puntos donde se pueden producir peligros inaceptables para la salud si el proceso se realiza sin control. Un ejemplo de estos es el cocido. El tratamiento térmico obviamente es una etapa principal en la producción de productos cocidos seguros. De esta forma se convertirá en un control de punto crítico del sistema de HACCP.
3. **Establecer límites críticos para el control.** Siguiendo el ejemplo del cocido, en Estados Unidos se exige que el cocido de un producto se haga hasta 71°C de temperatura interna.
4. **Establecer requerimientos para el monitoreo de cada control.** Por ejemplo, comprobación regular de la temperatura del equipo de cocido y de la temperatura interna del producto para asegurarse de que se alcanzan los 71°C.
5. **Establecer una acción correctiva a tomar cuando el monitoreo indique una desviación de un límite crítico establecido.** Por ejemplo, si un producto no alcanza la temperatura interna deseada, la acción correctiva podría ser continuar con el calentamiento, realizar otro cocido necesario o hacer los ajustes de un reprocesado así como asegurarse de que el equipo funciona correctamente.
6. **Establecer procedimientos para verificar que el sistema HACCP está funcionando correctamente.** Utilizando el ejemplo del producto cocido, sería verificar que el termómetro que se está usando registra con exactitud la temperatura de calentamiento. Esto se podría realizar utilizando otro termómetro para comprobar la temperatura y calibrando los termómetros con una frecuencia establecida. Igualmente, un análisis microbiológico comprobaría que se ha logrado la letalidad sobre una bacteria específica.
7. **Establecer procedimientos efectivos para mantener registros que documenten el sistema HACCP.** En la aplicación de un sistema de HACCP, las industrias deben responsabilizarse de mantener los registros de forma regular, que sean exactos y durante el tiempo requerido. Los inspectores se encargan de comprobar estos registros cuando surjan problemas o incongruencias. Por ejemplo, los registros de las temperaturas internas de los productos alimenticios deberían registrarse de forma mecánica o manual. (ICMSF, 2001).

**Figura 1:** Árbol de Identificación de los Puntos Críticos.



Fuente: Stevenson K., Bernard T. (1995) HACCP Establishing Hazard Analysis Critical Control Point Programs.

### La teoría de las vallas

Se da a conocer el efecto de factores aislados sobre el crecimiento y desarrollo de los microorganismos con respecto a parámetros intrínsecos y extrínsecos. En el concepto de la teoría de las vallas se emplean varios factores o técnicas para efectuar el control de los microorganismos en los alimentos. La tecnología de barrera, la conservación por asociación y los métodos combinados están entre algunas de las descripciones de este concepto (Jay J, 2009).

Surgió a mediados de los años setenta como una alternativa para la conservación de alimentos de humedad intermedia y de alta humedad, y se ha estado empleando en los últimos años. En la tecnología de obstáculos, barreras o vallas se combinan inteligentemente factores de conservación que representan obstáculos para el crecimiento bacteriano, ya que interactúan aditiva o sinérgicamente, lo que permite tener una estabilidad durante el almacenamiento y al aplicar los factores en dosis bajas se logra tener un efecto antibacteriano mayor que provoca una menor pérdida de calidad sensorial que si se aplicara un solo factor en forma severa para lograr el mismo fin. Es claro que esta tecnología busca deliberada e intencionalmente que la combinación de obstáculos sea tal que se asegure la estabilidad y la inocuidad de un alimento, además de las propiedades sensoriales, nutritivas y económicas sean las óptimas (Leistner, 2000; Alzamora 1997). Al utilizar esta preservación multiobjetivo en un alimento se logra interferir en la homeostasis de microorganismos, por la acción de niveles pequeños de factores de conservación u obstáculos, los cuales usados en combinación, tienen cada uno un efecto adverso a la célula bacteriana (Alzamora, 1998). Los obstáculos comúnmente usados en la preservación de alimentos son la temperatura (alta o baja), la actividad de agua ( $A_w$ ), la acidez (pH), el potencial de redox (Eh), los conservadores (como nitritos, sorbatos, sulfitos) y los microorganismos competitivos (bacterias ácido-lácticas) (Leistner, 2000). La combinación de estos factores ha originado una nueva generación de productos refrigerados en los que además de incorporar múltiples barreras u obstáculos como acidificación,  $A_w$  reducida, conservadores, cambios en el envase y atmósfera se añade la refrigeración como un obstáculo más (Alzamora, 1997).

### **TECNOLOGÍAS ANTIBACTERIANAS**

Los microorganismos llegan a las plantas de procesado en y sobre las aves, se difunden a otras carcasas durante la manipulación, procesado y operaciones de comercialización hasta alcanzar a los pollos de consumo. Aunque no es posible eliminar los microorganismos, pueden reducirse significativamente mediante procedimientos de control de las cadenas de producción y comercialización. En carne de ave se han encontrado cientos diferentes de microorganismos. Los microorganismos que se encuentran en la carne pueden dividirse en dos grupos generales, los que son capaces de producir enfermedades, denominado patógenos, y los no asociados a enfermedades, designados microorganismos no patógenos. Los microorganismos patógenos pueden subdividirse en aquellos que invaden el organismo y producen una infección, y en aquellos otros que producen toxinas o venenos en el propio alimento. Ejemplos de tipos que causan infecciones son *Salmonella*. Ejemplos de tipos de microorganismos que causan enfermedades por producir toxinas que son consumidas con el alimento contaminado son *Staphylococcus* y *Clostridium*.

Otra base para clasificar los patógenos en alimentos de origen animal son los que residen en el tracto digestivo y producen enfermedades entéricas (*Salmonella*, *Campylobacter spp.*, *Clostridium perfringens*), los que producen enfermedades extraintestinales (*Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*) y enfermedades ocupacionales o laborales, transmitidos a los trabajadores que manipulan animales y productos animales. *Chlamydia psittaci* es un ejemplo de microorganismo productor de enfermedad infecciosa ocupacional.

La industria de procesamiento de alimentos enfrenta una presión creciente por parte de organismos oficiales, clientes y grupo de consumidores para eliminar los patógenos de los alimentos. Los mercados globales demandan productos inocuos y con vida útil más larga. Dados estos retos, la industria avícola se halla proactivamente implementando nuevas tecnologías diseñadas para reducir los patógenos en alimentos y extender la vida útil del producto. En años recientes el uso de antibacterianos se ha vuelto una intervención aceptada y aprobada que ha sido ampliamente adoptada por los procesadores avícolas en los Estados Unidos y en otros países. Las industrias procesadoras de alimentos se encuentran en la búsqueda de un tratamiento antibacteriano efectivo, de forma tal de reducir la carga contaminante en sus carcasas de ave. Estas reducciones en la carga contaminante va determinar un producto inocuo y va repercutir en el aumento de la vida útil del producto.

### **Productos aprobados para uso en alimentos**

#### Dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>)

##### Ventajas:

- Amplia aplicación: puede usarse en carne, aves, frutas, vegetales y mariscos. No se requiere aclaración en etiqueta.
- Aprobación para reprocesamiento en línea para aves pre chiller.
- Reconstitución del producto en planta.
- Económico.
- Sin residuos, los componentes se desdoblán rápidamente en el agua.
- Puede usarse pre y post chiller.

##### Desventajas:

- Sin protección de patente, producto “commodity”.
- No puede usarse por encima de 3 ppm.
- Se requieren equipos para su producción. Los componentes deben ser acidificados para su activación.
- El producto se produce en forma de gas y se mantiene en solución solamente en agua fría. Sin embargo las bajas temperaturas reducen la eficacia antibacteriana. A temperatura ambiente se evapora.
- Tóxico para el personal cuando es inhalado.
- Tiene efectos negativos sobre las condiciones sensoriales de los alimentos (la piel del ave puede adoptar color gris y los extremos de las alas pueden quedar negras).

- Se inactiva con materia orgánica.
- Pobre eficacia antibacteriana comparada con otros productos.

### Cloruro de sodio acidificado (ASC)

#### Ventajas:

- Amplio rango de aplicación sin necesidad de aclaración en etiquetas.
- Aprobación para reprocesamiento en línea para aves pre chiller.
- Protegido por patente.
- Reconstitución del producto en planta.
- Sin residuos, los componentes se inactivan rápidamente.
- Puede ser usado pre y post chiller.
- Buena actividad antibacteriana.

#### Desventajas:

- Equipamientos muy caros.
- Bajo pH 2.5 muy corrosivo, excepto para acero inoxidable y policarbonato.
- Costos.
- Cambios sensoriales negativos en carne roja y de ave.
- Muy delicado proceso de aplicación (volumen, pH, tiempo de aplicación) puede producir reducción de eficacia.
- pH debe mantenerse entre 2.0 y 2.5 (por encima de estos valores pierde acción antibacteriana y por debajo se pierde como gas).
- Sensible a la presencia de materia orgánica.

### Trifosfato de sodio (TSP)

#### Ventajas:

- Aprobado para uso en carne de ave sin necesidad de etiquetado.
- Aprobación para reprocesamiento en línea para aves pre chiller.
- Fácil de usar.
- Seguro.
- Costo razonable.
- El fosfato aumenta la captación de agua de las carcasas, aumenta el peso y el rendimiento.
- Aceptable acción antibacteriana.
- No afecta características sensoriales.

#### Desventajas:

- Eliminación de fosfatos en el agua y ambiente. Existe cuestionamiento ambiental.
- Aumento de pH del chiller afecta negativamente el efecto antibacteriano del cloro.
- La solución tiene pH 12 y lo hace corrosivo.

## Ácido Peracético

### Ventajas:

- Fácil de producir y almacenar; se diluye la solución concentrada.
- Amplia aplicación: puede usarse en carne, aves, frutas, vegetales y mariscos. No se requiere aclaración en etiqueta.
- Aprobación para reprocesamiento en línea para aves pre chiller.
- Seguro.
- Baja inversión en equipos.

### Desventajas:

- Costos.
- Baja eficacia antibacteriana.
- Efecto sensorial negativo. A medida que se aumenta la concentración para aumentar la eficacia antibacteriana puede producirse coloración marrón en piel y pechuga.
- Poco uso industrial debido a altos costos y eficacia moderada.

## Ozono

### Ventajas:

- Amplia aplicación: puede usarse en carne, aves, frutas, vegetales y mariscos. No se requiere aclaración en etiqueta.
- Fácil producción en planta.
- Económico.
- Baja inversión en equipos.
- Sin residuos.
- Puede eliminarse en el agua de drenaje.
- Para uso pre y post chiller.

### Desventajas:

- Sin patente, muchos productos genéricos.
- Cambios sensoriales por acción oxidativa.
- Muy efectivo en agua, baja acción antibacteriana en alimentos.
- Muy sensible a materia orgánica, deben agregarse grandes volúmenes para lograr acción antibacteriana aceptable.
- Problemas de toxicidad en operarios por generación de gas.

## Cloruro de Cetilpiridinio (CPC)

### Ventajas:

- Protección de patente.
- Aprobación para reprocesamiento en línea para aves pre chiller.
- Acción no oxidativa.
- Sin cambios sensoriales.
- El agua es potable después de su uso en la aplicación.
- Monitoreo en línea en tiempo real de la concentración de uso.
- La solución es reciclada y reutilizada.
- Eficacia antibacteriana consistente en numerosos trabajos.

Desventajas:

- Residuos en los productos tratados limitan la cantidad a ser aplicada.
- Costos.
- Algunos aspectos de seguridad de operarios como inhalación e irritación de la piel.
- Almacenamiento por encima de 18°C para evitar precipitación de la solución.

### **Cloruro de Cetilpiridinio: CPC**

En la Universidad de Arkansas fue desarrollada una nueva generación de tecnologías antibacterianas. Con el auspicio del Consorcio de Seguridad Alimentaria de Estados Unidos, un grupo de investigadores encontraron que el compuesto sintético Cloruro de Cetilpiridinio (CPC), ampliamente usado en productos como los enjuagues bucales, es más efectivo que cualquier otro antibacteriano probado anteriormente para el control de patógenos en alimentos como *Salmonella*, *E. coli* 0157:H7, *E. coli* no 0157:H7 productoras de *Shiga toxina (STEC)*, *Campylobacter* y *Listeria*. No posee efectos adversos en el color, olor, sabor, textura o apariencia para los productos tratados. Reduce efectivamente los recuentos microbiológicos y la incidencia de *Salmonella*, *E. coli* y *Campylobacter* en las carcasas de pollo. Puede ser aplicado por una variedad de métodos, tanto antes o después del pasaje por chiller de inmersión o de aire. Por medio de una reducción inmediata de los microorganismos alterantes en el momento de aplicación, CPC es capaz de lograr una significativa extensión de la vida útil de los productos, sin efecto técnico residual. Puede ser utilizado como una parte del programa integral de inocuidad alimentaria para cumplir con los estándares requeridos. El uso de CPC reduce patógenos en productos avícolas y puede ser usado como un punto crítico de control (PCC) en un paso de intervención del programa HACCP. Su pH neutro (7.1) elimina la posibilidad de potenciales complicaciones producidas por un desbalance de pH encontrado con otros agentes antibacterianos. Es un compuesto sintético con una estructura altamente estable y como tal no es sujeto de liberación de gases por descomposición, por lo que el riesgo para la salud ocupacional no es un problema. CPC es un amonio cuaternario (un átomo de N enlazado con cuatro grupos), por lo tanto el nitrógeno no posee electrones desapareados.

Por tal motivo, no tiene posibilidad de oxidación en el átomo N. Su estructura molecular está formada por una región polar y otra no polar, lo que vuelve al compuesto un surfactante catiónico con una carga positiva neta. Se estima que la carga positiva genera una atracción entre la molécula y la superficie con carga negativa de la membrana celular bacteriana.

Una vez que la molécula se une a la membrana, el extremo no polar del CPC, cuya estructura es muy similar a la de los fosfolípidos que la conforman, penetra y altera la membrana celular. Esta alteración desequilibra la regulación osmótica, ocasiona pérdida de material citoplasmático y la posterior muerte celular. Su estabilidad es debido a sus tres enlaces carbono-nitrógeno y la ausencia de sitios de ataques directos. Aunque los ácidos inorgánicos fuertes potencialmente tienen la capacidad de alterar la estructura del CPC, la presencia solo de ácidos orgánicos en las plantas de proceso, o el hipoclorito de sodio o amoníaco no generan ninguna preocupación al respecto. La forma monohidratada de CPC es un polvo blanco con un punto de fusión que oscila entre 77°C y 83°C. Es fácilmente soluble en agua, alcohol y cloroformo, pero es insoluble en éter. El nombre IUPAC listado para el CPC es 1-hexadecyl pyridinium chloride y su número de registro del "Chemical Abstract Service (CAS)" es 123-03-5. El número EC es 204-593-9. La fórmula molecular de CPC es C<sub>21</sub>H<sub>38</sub>NCl y su peso molecular es 340. Además la formulación es estable ante el congelamiento (y posterior descongelamiento/calentamiento) como también a temperaturas < 95 °C. No tiene naturaleza oxidante ni ácida, por lo tanto no alterará la estructura o función de proteínas, lípidos o carbohidratos. Este compuesto es un ingrediente común en más de 25 productos de venta libre para la higiene oral y nasal, tales como enjuagues bucales y de garganta. Ha sido utilizado de forma segura en estos productos por más de 55 años. En Estados Unidos se encuentra aprobado por Food and Drug Administration (FDA), inicialmente en 2004 con las posteriores enmiendas emitidas en el 2007 para permitir el uso extendido en el procesamiento de aves. Además, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Food Safety Inspection Services (USDA/FSIS) también ha aprobado el uso de CPC en aves crudas, tanto para la solicitud del 2004 como las enmiendas emitidas en 2007. El uso de CPC para aves crudas también ha sido aprobado por las agencias respectivas en Canadá, Sudáfrica, Rusia y Jordania. Recientemente se ha sometido una solicitud a la Comisión Europea para su uso en la Unión Europea. Aplicado como una solución líquida acuosa, con una concentración que no exceda el 1.0%, es utilizado para tratar las superficies internas y externas de carcasas de aves, mediante métodos de aplicación como aspersión y/o inmersión. Se puede aplicar pre o post inmersión en el chiller o antes de un proceso de enfriamiento por aire. En el caso de aplicarse post chiller por inmersión, la aplicación de CPC se realizará en enjuague con agua potable. El rango de concentración más amplio (de 1%) se considera la concentración adecuada y apropiada debido a que se ha demostrado que a esa concentración es absolutamente seguro, tanto para la exposición alimentaria humana como en las plantas de procesamiento. Se debe considerar las diferentes condiciones existentes, ya que se puede requerir concentraciones más bajas o altas para cumplir de forma óptima sus objetivos de reducción de patógenos.

Es prudente permitir un rango en el límite de concentración (un límite absoluto más alto que lo normalmente requerido para obtener un efecto óptimo).

Se realizaron análisis de residuos de muestras de piel y músculos de las carcasas de aves tratadas con CPC. Independientemente de los parámetros de aplicación, es únicamente detectable en la piel de las carcasas tratadas. Análisis estadísticos de los niveles de residuos demostraron que el volumen de tratamiento de CPC aplicado por carcasa no tiene relación significativa con el nivel de residuos en carcasas tratadas, mientras que la concentración de CPC en la solución de tratamiento tiene una correlación significativa de los niveles de residuos en la piel de las carcasas tratadas, por lo que es apropiado limitar la solución de tratamiento a concentraciones igual o menor a 1% de CPC.

## **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

### **Microorganismos Indicadores**

Los microorganismos indicadores pueden ser empleados para reflejar la calidad microbiológica de los alimentos con respecto a la vida útil de los productos o con respecto a su inocuidad. Son usados con mayor frecuencia para determinar la inocuidad de los alimentos. Se definen como microorganismos y/o sus productos metabólicos cuya presencia en alimentos concretos en cantidades determinadas puede ser usada para evaluar la calidad existente o para predecir la vida útil de los alimentos. Cuando se usan de este modo, los microorganismos indicadores deben cumplir con los siguientes criterios.

- Deben estar presentes y deben ser detectables en todos los alimentos cuya calidad o falta de la misma se debe evaluar.
- Su multiplicación y su número deben tener una correlación negativa con la calidad del alimento.
- Deben ser detectados y enumerados fácilmente y ser claramente diferenciables de otros organismos.
- Se deben poder enumerar en un corto espacio de tiempo.
- Su crecimiento no debe ser obstaculizado por otros componentes de la flora del alimento.

En general, los microorganismos indicadores más fiables de la calidad microbiológica de los alimentos tienden a ser específicos para cada producto, y su número creciente origina la pérdida de calidad del mismo.

Los métodos de recuento de microorganismos aerobios han sido usados para evaluar la calidad de los alimentos.

Son más valiosos como indicadores del estado de contaminación existente en determinados alimentos que como predictores de su vida útil. Los cuatro métodos utilizados para el recuento de microorganismos son:

1. Método convencional de recuento en placa (PCA): células viables
2. Método del número más probable: determinación estadística de células viables.
3. Técnicas de reducción de colorantes: células viables con capacidad reductora.
4. Recuento microscópico directo: células viables y no viables.

A continuación se desarrollará el método convencional de recuento en placa, ya que fue el utilizado para sembrar las muestras del ensayo experimental. En este método se mezclan y homogeneizan porciones de muestras de los alimentos o agua de lavado de los mismos, se diluyen en un diluyente apropiado, se siembran en la superficie o en la masa de un medio de agar, se incuban a temperatura apropiada durante un tiempo dado, transcurrido el cual se cuentan las colonias visibles utilizando un contador de Quebec o un contador electrónico. Este es el método más utilizado para determinar el número de células viables o unidades formadoras de colonia (UFC) en un alimento. Cuando se hace referencia al número total de células viables de un determinado alimento, los recuentos se deben considerar como función de por lo menos algunos de los siguientes factores: métodos de muestreo utilizados, distribución de los microorganismos en la muestra del alimento, naturaleza de la flora del alimento, naturaleza del alimento, antecedentes del alimento previo al examen, adecuación nutricional del medio utilizado para el cultivo en placa, temperatura y tiempo de incubación utilizados, pH, Aw y Eh del medio utilizado para el cultivo en placa, tipo de diluyente utilizado, número relativo de microorganismos en la muestra del alimento, existencia de otros microorganismos competidores o antagonistas. (Jay, J. 2009).

### **Recuento de Aerobios Mesófilos**

La mayoría de los alimentos industrializados deben ser considerados como inadecuados para el consumo cuando contienen un gran número de microorganismos, aun cuando estos microorganismos no sean conocidos como patógenos y no hayan alterado de forma apreciable los caracteres sensoriales del alimento. Dentro de las razones para tal afirmación se destaca:

- Recuentos altos en alimentos estables a menudo indican materias primas contaminadas o tratamientos no satisfactorios desde el punto de vista sanitario, mientras que en los productos perecederos pueden indicar también condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante su almacenamiento.

La presencia de un número elevado de microorganismos aerobios mesófilos que crecen bien a temperatura corporal o próximo a ella, significa que pueden haberse dado condiciones favorables a la multiplicación de microorganismos patógenos de origen humano o animal (Periago, 2011).

- Algunas cepas de bacterias mesófilas comunes, no generalmente consideradas como agentes de enfermedades transmitidas por alimentos (por ejemplo *Proteus spp.*, *Enterococcus* y *Pseudomonas mesófilas*) han sido señaladas como causa de enfermedad cuando existía un número elevado de células viables en los alimentos. Sin embargo, los datos que se cuenta acerca de la patogenicidad de estas cepas son conflictivos (Periago, 2011).
- Todas las bacterias patógenas conocidas vehiculizadas por los alimentos son mesófilas y en algunos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placa encontrados (Periago, 2011).
- Cuando la alteración de los alimentos es debida al desarrollo de microorganismos (la causa más frecuente de alteración) deben esperarse en los mismos recuentos elevados. Los niveles de población precisos para producir modificaciones sensoriales ostensibles varían ampliamente según el tipo de alimento y la clase de microorganismo. En el momento en que la descomposición puede ser detectada por el olor, el gusto o el aspecto, la mayoría de los alimentos contienen más de  $10^6$  microorganismos por gramo. Las bacterias aerobias mesófilas, como grupo (es decir las que crecen en placa agar a 30-37°C) pueden ser consideradas como organismos indicadores de vida útil de producto (Periago, 2011).

El recuento de aerobios mesófilos (RAM) en la carne de ave se utiliza para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura. El recuento refleja: contenido bacteriano de materiales crudos e ingredientes, la eficiencia del procedimiento de elaboración/proceso, la condición de higiene del equipo y utensilios y la relación tiempo/temperatura de almacenamiento y distribución. Alimentos perecederos manipulados correctamente pueden desarrollar RAM elevados y perder calidad si son almacenados por un periodo de tiempo prolongado. En este caso, RAM no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo. Por ello es que la utilidad del indicador depende de la historia del producto y el momento de la toma de muestra (ICMSF, 1991). En el uso o la interpretación del RAM hay ciertos factores que deben ser tenidos en cuenta:

- Este recuento es solo de células bacterianas vivas. Los procedimientos que sufre el alimento en su elaboración, por ejemplo proceso térmico, pueden enmascarar productos con altos recuentos o condiciones deficientes de higiene. Además, el almacenamiento prolongado o

congelación o con pH bajo resulta en la disminución del recuento. Este recuento no diferencia tipo de bacterias (ANMAT, 2005).

La valoración de la contaminación de los productos, cuantitativa o cualitativa, precisa de métodos de muestreo sensibles, fáciles de realizar y que no deterioren el producto. Estos métodos deben ser capaces de proporcionar resultados fácilmente interpretables por los encargados de control de la calidad de los productos. Entre las especies en producción, las aves tienen características diferentes dado que sus canales se mantienen integras durante las primeras etapas de su producción y la cavidad abdominal es relativamente inaccesible. Aunque existirá contaminación microbiológica en todas superficies expuestas, su distribución no suele ser uniforme y puede estar confinada en zonas, como la piel y el músculo, de los que es difícil de eliminar por medios físicos. Se han desarrollado muchos métodos de muestreo, pero la elección de un método para un propósito en particular dependerá de la cantidad esperada y de la distribución del microorganismo a estudiar. Recientemente, el análisis microbiológico de la carne de ave ha recibido nuevos ímpetus, provenientes del crecimiento internacional y la generalización del uso de los principios del Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP) en la industria alimentaria, ya sea de manera voluntaria, por requisito legal o exigencia de clientes. El sistema de HACCP puede necesitar de los análisis microbiológicos por diferentes razones, sean utilizados durante el proceso de validación del Control de Puntos Críticos o para verificar que el programa está funcionando de manera eficaz. Los análisis pueden ser necesarios para demostrar el cumplimiento de requisitos legales, como los que se exigen en Estados Unidos con relación a *Escherichia coli* y *Salmonella* (USDA/FSIS, 1996). La utilización de cualquier criterio microbiológico requiere que el método de muestreo este acorde y descrito claramente, dado que influirá en los resultados obtenidos. El plan de muestreo debe indicar el número de muestras que se deben recoger y los límites apropiados para cada microorganismo a analizar. (Mead G C, 2007).

### **Métodos de muestreo**

Las consideraciones prácticas tienden a establecer cuantas carcasas se deben muestrear en cada etapa de proceso. En una línea de producción de alto rendimiento, cualquier número posible solo representará una pequeña fracción de cada lote. Los datos generados regularmente son útiles para indicar tendencias en la contaminación del producto. La mayoría de los estudios científicos implican un mínimo de muestras replicadas, si lo que se quiere analizar es *Salmonella* y se supone que su prevalencia es baja, es preciso un número mayor para poder obtener resultados positivos. Sea cual sea la intensidad del muestreo, las carcasas siempre se deben elegir aleatoriamente y solo rechazarlas en caso de que estén visiblemente dañadas o incompletas. El momento de muestreo puede que sea menos importante de lo que pensaba antes.

En un estudio de la Comisión Europea, se retrasó el muestreo hasta dos horas después del inicio del faenado, para permitir equilibrarse la contaminación microbiológica del equipo de procesado.

Esta decisión parece que se basó en suposiciones, dado que los estudios posteriores no han podido encontrar una relación entre la contaminación microbiológica de un lote y la hora que se muestrearon las carcasas después de iniciado el sacrificio. Por otro lado, el muestreo de las primeras aves sacrificadas, cuando el equipo está limpio, puede dar resultados engañosos.

Se han desarrollado muchos métodos diferentes para muestrear las carcasas de pollo durante y/o después del faenado y conocer su grado de contaminación. Estos métodos comprenden técnicas básicas como hisopado de la superficie, enjuagado de toda la canal, obtención de porciones de tejido y su maceración, inmersión repetidas de la canal en un diluyente, recolección de líquidos de goteo de las canales, rociado a alta presión o recortado de una área determinada de piel, rociado de la cavidad abdominal y recogida de los contaminantes presentes en piel por medio de una placa de contacto con agar o membrana de nitrocelulosa. Cada uno de esos tipos de muestreo presenta diferentes variantes, por lo que se aumenta el número de métodos disponibles. Las diferencias existentes entre los diferentes métodos se explican por la distribución de la carcasa e incidencia de los microorganismos a analizar, y por el grado de unión de los microorganismos a los tejidos, lo que influye en la facilidad con la que se pueden recuperar. Los utilizados más habitualmente, más prácticos y rentables, son el hisopado, enjuagado de la carcasa completa y toma de muestras de piel. A continuación se explican sus ventajas.

### **Hisopado**

Esta fue una de las primeras técnicas utilizadas en el estudio de la contaminación microbiológica en carcasas. Tiene la ventaja de no ser destructiva y se puede utilizar en aves de cualquier tamaño. Sin embargo es relativamente ineficaz a la hora de recuperar los microorganismos de la superficie muestreada.

**Cuadro 10:** Recuperación de microorganismos de piel de pollo mediante hisopados sucesivos

Hisopado N°.	Recuento (log <sup>10</sup> UFC/16 cm <sup>2</sup> )	Porcentaje recuperado *
1	5.6	38
2	5.7	43
3	5.0	9
4	4.9	8
5	4.3	2

\* Del total recuperado en los cinco hisopados (Patterson, 1971)

La liberación de los microorganismos de las superficies se ve afectada por la concentración de los microorganismos ya en suspensión. Mediante el hisopado, la alta concentración de microorganismos en la interfaz muestra – hisopo puede inhibir la liberación de más microorganismos. Los hisopos convencionales tienen cabeza de algodón, habiéndose utilizado también gasas de algodón en caso de las aves y siendo posibles otros materiales como esponjas de acetato de celulosa. Dado que los microorganismos recogidos por el hisopo de la superficie a analizar deben ser liberados en un diluyente para su posterior análisis, es precisa la agitación mecánica del hisopo. Una vez utilizados, el hisopo se puede disolver en una solución de hexametáfosfato sódico, liberando los microorganismos en suspensión. Para muestras cuantitativas, se utiliza una plantilla estéril para delimitar el área a muestrear. Esta plantilla puede ser de hasta 50 cm<sup>2</sup>. Se recomienda la utilización de cinco veces esa superficie muestreada. Si se buscan microorganismos presentes en bajas cantidades, como *Salmonella*, es recomendable muestrear tanta superficie como sea posible. Por el contrario, para realizar recuentos de aerobios mesófilos, una superficie menor de 10 cm<sup>2</sup> es apropiada. Igualmente se puede muestrear más de una zona por carcasa. Los recuentos se expresan por unidad de superficie. (Mead G., 2007).

### **Enjuagado de carcasa completa**

Es una técnica muy utilizada y es la única que permite muestrear toda la carcasa, inclusive la cavidad abdominal. Aunque es básicamente no destructiva, las carcasas retiradas de la línea de faenado solo pueden volver a la misma si el líquido de enjuagado es agua potable o destilada. El muestreo se realiza en la zona de faenado y las carcasas se mantienen a temperatura correcta hasta su vuelta a la línea de faenado. Los microorganismos recuperados mediante el enjuagado son aquellos que se pueden retirar fácilmente de la carcasa y no están muy sujetos a la misma.

En cualquier caso, dado que se puede enjuagar la superficie interna y externa, esta técnica es particularmente adecuada para detectar los microorganismos que establece el Programa de Reducción de Patógenos de Estados Unidos para la detección de *Salmonella* y recuento de *Escherichia coli* (USDA/FSIS, 1996). El procedimiento es el siguiente:

1. Colocar la carcasa en una bolsa de polietileno estéril y pesarla (una bolsa de 3.500 ml para Stomacher resulta adecuada para este propósito).
2. Añadir la cantidad de diluyente apropiada (dependiendo del tamaño de la carcasa).
3. Cerrar la bolsa herméticamente.
4. Sujetar la bolsa con la carcasa con ambas manos y agitarla vigorosamente. Primero en dirección vertical y a continuación en horizontal, durante un minuto. Al hacer esto, una mano sujeta la carcasa por la parte de abajo de la bolsa y la otra las patas por la parte de arriba.
5. Después de sacudir, escurrir completamente la carcasa en la bolsa y retirarla.
6. Verter parte o todo el escurrido a un contenedor adecuado para su posterior análisis.

Hay que tener en cuenta que la manipulación de la carcasa va requerir la utilización de guantes estériles de un solo uso. Cuando se realiza correctamente la técnica resulta ser un ejercicio agotador, especialmente cuando hay que muestrear muchas carcasas en una sola vez. El cansancio de la persona que lo efectúa puede hacer que se realice incorrectamente y los resultados no sean correctos. Por tal motivo es que esta actividad se ha automatizado y se desarrolló un aparato capaz de trabajar con seis carcasas a la vez. Mediante la automatización se consigue normalizar el procedimiento, eliminar errores y ahorrar tiempo. No se han observado diferencias significativas en los recuentos de aerobios totales y de *Salmonella* entre el enjuagado manual y el automático. Los resultados obtenidos a partir del enjuagado de las carcasas se expresan como UFC/mL de fluido. También puede relacionarse con la superficie total de la carcasa y expresarlos por unidad de superficie. Existen variaciones entre los diferentes métodos de enjuagado con relación a las características, cantidad de líquido utilizado y periodo de agitación.

**Cuadro 11:** Diferentes métodos utilizados para el muestreo por enjuagado de carcasa entera

Referencia	Líquido enjuagado	de	Cantidad (ml)	Tiempo enjuagado (s)	de
Cox Blankenship, 1975	Caldo de lactosa + 0,6% Tergitol	y	500	60	
Cox et al., 1981	Agua		100	60	
Mulder y Bolder, 1981	Peptona-solución salina		1.000	30	
Izat et al., 1989	Agua destilada		200	60	
Stern, 1995	Fosfato-solución salina tamponada		200	120	
Li et al., 2002	Agua de peptona tamponada		100	150	

Fuente: Mead G., 2007.

### **Muestra de piel y maceración**

La maceración de muestras de tejido garantiza que prácticamente todos los microorganismos presentes serán recuperados para su detección o enumeración, aunque no se muestrean todas las partes de la carcasa. En principio, la maceración de la piel es una técnica destructiva que puede dañar la carcasa hasta hacerla inaceptable, si se muestrea más de un lugar. Este problema se puede evitar si para la realización de recuentos se toman muestras de pequeño tamaño (5gr) de la piel del cuello. En el caso de la *Salmonella* es preciso que las muestras sean mayores, entre 10 y 25 gramos. Una de las grandes ventajas de esta técnica es la velocidad, ya que las muestras se recogen por medios de tijeras y pinzas estériles sin retirar las carcasas de la línea de faenado, incluso a velocidades de la línea de 6.000 carcasas por hora. Cada muestra de piel se recoge en una bolsa limpia de plástico que se coloca invertida en la mano, a la que se da la vuelta cuando se recoge la muestra para guardarla. La bolsa se cierra con un nudo. Este tipo de muestras se suelen macerar en Stomacher. La maceración de muestras de piel suele dar valores superiores que los obtenidos mediante el hisopado o enjuagado, pero en el caso de *Salmonella* los valores suelen ser significativamente menores debido a la menor superficie muestreada. El método de la piel del cuello es especialmente adecuado para la valoración de los efectos del faenado en la contaminación general de las carcasas.

Aunque el Stomacher se utiliza mucho en microbiología alimentaria, en 2001 Sharpe desarrolló Pulsifier (Registrado Filtaflex Ltd, Canadá). Es un aparato que utiliza una combinación de ondas de choque e intensa agitación para liberar a los microorganismos en las muestras de alimentos. Los recuentos obtenidos se dice que son superiores o iguales a los de las muestras maceradas en Stomacher, habiendo menos residuos en la suspensión resultante para interferir en el pipeteado.

En cuanto a la manipulación y transporte de muestras, se deben tomar de manera aséptica por personal formado adecuadamente, utilizando instrumentos y materiales esterilizados. El etiquetado de las muestras debe ser claro y sin ambigüedades. Se deben guardar registros del muestreo, en los que se indique la hora y origen de cada muestra. Las muestras se deben analizar cuanto antes, después de su toma y protegidas de cualquier contaminación durante el tiempo de espera o daño físico. El transporte y almacenamiento debe minimizar el riesgo del crecimiento bacteriano. Esto significa que las muestras descongeladas deben transportarse con hielo o bloques refrigerantes en recipientes isotérmicos y, en caso de realizar el análisis al día siguiente, es recomendable almacenarlas a 0° C. Los recuentos variarían muy poco mantenidos a esa temperatura durante la noche. A temperaturas entre 2 y 5°C es esperable que los recuentos aumenten un logaritmo. Las muestras congeladas pueden necesitar el transporte con hielo seco para evitar su descongelación. (Mead G., 2007).

## **5. OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la aplicación post chiller de la solución antibacteriana Cloruro de Cetilpiridinio al 0,2% y 0,4% sobre el recuento de aerobios mesófilos en carcasas de pollo.

## **6. HIPÓTESIS**

La aplicación post chiller de la solución antibacteriana Cloruro de Cetilpiridinio es efectiva en la reducción del recuento de aerobios mesófilos en carcasas de pollo.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### Localización

El ensayo experimental fue llevado a cabo en un establecimiento de faena de aves habilitado por el MGAP de nuestro país. De la línea de faenado se seleccionaron carcasas aleatoriamente y fueron realizadas las pruebas de eficacia de la solución antibacteriana CPC.

Una vez obtenidas las muestras del agua del lavado de las carcasas, se remitieron al área de Inocuidad Alimentaria del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para realizar la siembra y la enumeración de la carga microbiológica de las mismas.

### Materiales

1. Bolsas para muestras estériles
2. Guantes
3. Carcasas de pollo crudo
4. Contenedores para muestras estériles de 100 mililitros (mL)
5. Contenedor estéril con capacidad de 15 litros
6. Solución antibacteriana CPC
7. Agua potable
8. Diluyente Butterfields fosfato (BPD) u otra solución buffer adecuada, 400 mL.
9. Mesa
10. Refrigerador, 2-4°C
11. Contenedor de laboratorio
12. Equipamiento de Laboratorio de Microbiología de Alimentos

## Métodos

Los protocolos de prueba 1 a 3 que se encuentran a continuación describen las prácticas a realizadas sobre las carcasas de pollo.

Asegurarse de realizar los protocolos sobre la misma partida de carcasas. Idealmente las carcasas deberían ser removidas de la línea de procesamiento en forma aleatoria de a una por vez para el tratamiento de las mismas y la recolección de muestras, dentro de las 2-3 horas de producción de la partida. De no ser posible, remover todas las carcasas y colocarlas en tubos con hielo hasta el momento del tratamiento, por un periodo de tiempo menor a 3 horas. Se tomaron muestras de un total de 30 carcasas, diez controles, diez para tratamiento con 0.2% CPC y diez para tratamiento con 0.4% CPC.

**Protocolo 1: Muestras control** (Identificación de la muestra: Lavado de carcasas de pollo identificadas del 1 al 10).

1. Seleccionar aleatoriamente una carcasa de la misma partida con todos los apéndices y sin piel, y colocar en una bolsa estéril de recolección de muestras.
2. Agregar 400 mL de BPD a la bolsa.
3. Remojar la muestra durante 60 segundos cerrando la bolsa y sacudiendo la carcasa de izquierda a derecha. Asegurarse que el BPD cubra la cavidad interna mientras a la vez que fluye sobre el exterior de la carcasa.
4. Verter aproximadamente 90 ml del líquido en un contenedor de muestras estéril.
5. Repetir los pasos 1 a 4 en un total de 10 carcasas.
6. Refrigerar todas las muestras (2-4°C) hasta el momento del ensayo microbiológico (<24 horas).

**Protocolo 2: Aplicación por Inmersión en solución antibacteriana al 0.2%**

Lavado de carcasas de pollo identificadas del 11 al 20 (Carcasas sumergidas en solución CPC al 0,2 %).

1. Preparar 10 litros de CPC al 0.2% agregando 50 mL de solución antibacteriana concentrada a 10 litros de agua potable.

2. Mezclar la solución suavemente durante 30 segundos para asegurar que la mezcla se diluya de forma homogénea.
3. Tomar una carcasa de la línea de procesamiento y sumergir en la solución de CPC durante 5 segundos.
4. Retirar la carcasa y permitir que se escurra durante 30 segundos.
5. Colocar la carcasa en una bolsa para muestras estéril.
6. Agregar 400 mL de BPD a la bolsa.
7. Enjuagar la muestra durante 60 segundos cerrando la bolsa y sacudiendo la carcasa de izquierda a derecha. Asegurarse que el BPD cubra la cavidad interna a la vez que fluye sobre el exterior de la carcasa.
8. Verter aproximadamente 90 mL del líquido en un contenedor para muestras estéril.
9. Repetir los pasos del 1 al 8 para un total de 10 carcasas.
10. Colocar todas las muestras en el refrigerador (2-4°C) hasta el momento del ensayo microbiológico (<24 horas).

**Protocolo 3: Aplicación por Inmersión en solución antibacteriana al 0.4%**

Lavado de carcasas de pollo identificadas del 21 al 30 (Carcasas sumergidas en solución CPC al 0,4 %).

1. Preparar 10 litros de 0.4% CPC agregando 100 ml de solución antibacteriana concentrada a 10 litros de agua potable.
2. Mezclar la solución suavemente durante 30 segundos para asegurar que la mezcla se diluya de forma homogénea.
3. Tomar una carcasa de la línea de procesamiento y sumergir en la solución de CPC durante 5 segundos.
4. Retirar la carcasa y permitir que se escurra durante 30 segundos.
5. Colocar la carcasa en una bolsa para muestras estéril.
6. Agregar 400 mL de BPD a la bolsa.
7. Enjuagar la muestra durante 60 segundos cerrando la bolsa y sacudiendo la carcasa de izquierda a derecha. Asegurarse que el BPD cubra la cavidad interna a la vez que fluye sobre el exterior de la carcasa.

8. Verter aproximadamente 90 mL del líquido en un contenedor para muestras estéril.
9. Repetir los pasos del 1 al 8 para un total de 10 carcasas.
10. Colocar todas las muestras en el refrigerador (2-4°C) hasta el momento del ensayo microbiológico (<24 horas).

### Ensayos Microbiológicos: Recuento de Aerobios Mesófilos

Para analizar este indicador se realizó la siembra en placa vertida con el medio de cultivo Plate Count Agar (PCA) o Agar para Recuento en Placa. En casos como este, sólo interesa contar las células vivas y para este propósito se han desarrollado métodos de recuento de células viables. Célula viable se define como la que es capaz de dividirse y formar progenie, y la forma usual para realizar una cuenta de viabilidad es la determinación de la cantidad de células en la muestra capaces de formar colonias sobre un medio adecuado de agar. Por esta razón el recuento de viables se suele llamar recuento en placa o de colonias. La consideración hecha en este tipo de procedimientos de recuento es que cada célula viable dará una colonia.

La composición del medio utilizado es detallada a continuación:

**Cuadro 12: Composición PCA**

<i>Ingrediente</i>	<i>Cantidad (g)</i>
Triptona	5,0
Extracto de levadura	2,5
Dextrosa	1,0
Agar	15,0

El medio se preparó siguiendo las instrucciones del fabricante.

- Se suspendieron a razón de 23,5 gramos en un litro de agua destilada. Se calentó hasta la ebullición para disolver por completo.
- Se esterilizó en autoclave durante 15 minutos a 15 lbs de presión (121°C).

En el método de placa vertida se toma con pipeta un volumen conocido de muestra y se pasa a una placa de Petri estéril, se adiciona el medio de agar fundido y se mezclan bien mediante un suave movimiento giratorio de la placa sobre la superficie de la mesa. El medio PCA es adicionado cuando su temperatura se encuentra entre 45 y 50 °C. El microorganismo que se va a enumerar debe soportar dicha temperatura durante un breve período. Cada siembra se realizó por duplicado.

Es importante que el número de colonias que se desarrollan no sean muy abundantes, ya que se dificulta la posterior lectura de las placas. Para obtener un número apropiado de colonias, se deben realizar diluciones decimales de las muestras. La práctica común y la que tiene el mayor significado estadístico, es la de contar solamente aquellas placas que tengan entre 30 y 300 colonias.

El número de colonias obtenidas sobre una placa no depende solamente del tamaño del inóculo, sino también de lo adecuado del medio de cultivo y de las condiciones de incubación. Las muestras fueron incubadas a 37°C durante 48 horas. Para establecer más claramente el resultado, el recuento de viables se expresa como el número de unidades formadoras de colonias (UFC).

#### Valores de referencia

Los requisitos microbiológicos establecidos como aceptables para aerobios mesófilos en pollos (carcasas enteras y productos con piel) son  $5 \times 10^5$  g (Jouve, 1996).

#### Análisis Estadístico

Se trata de una variable numérica continua, escala de razón. Dada la característica de los datos y su distribución no se puede asumir distribución normal y claramente las varianzas no son similares entre los grupos. Por esta razón se decide utilizar una prueba no paramétrica que compare los tres grupos (Control, 0,2% y 0,4%). La prueba utilizada es la de Kruskal-Wallis y la hipótesis nula de no efecto de los tratamientos sobre el conteo de aerobios mesófilos es evaluada a un nivel de significación de 0,05.

## 8. RESULTADOS

**Cuadro 13:** Resultados de la siembra realizada por Plate Count Agar

Muestra #	Control (UFC/ml)	Muestra #	Tratadas CPC 0,2% (UFC/ml)	Muestra #	Tratadas CPC 0,4% (UFC/ml)
1	$2,1 \times 10^3$	11	< 10 (*)	21	< 10 (*)
2	$4,2 \times 10^3$	12	< 10 (*)	22	< 10 (*)
3	$4,9 \times 10^3$	13	< 10 (*)	23	< 10 (*)
4	$8,0 \times 10^3$	14	< 10 (*)	24	< 10 (*)
5	$1,0 \times 10^4$	15	< 10 (*)	25	< 10 (*)
6	$8,0 \times 10^3$	16	< 10 (*)	26	< 10 (*)
7	$1,2 \times 10^5$ (#)	17	10	27	< 10 (*)
8	$1,5 \times 10^4$	18	< 10 (*)	28	< 10 (*)
9	$8,0 \times 10^3$	19	< 10 (*)	29	< 10 (*)
10	$7,0 \times 10^3$	20	< 10 (*)	30	< 10 (*)

(\*) Límite de detección de la técnica

(#) La muestra al llegar al laboratorio presentaba disminución de volumen

**Cuadro 14:** Prueba de Kruskal Wallis (Equality of populations rank test)

<b>Tratados</b>	<b>Observados</b>	<b>Resumen</b>
<b>0</b>	<b>10</b>	<b>255,0</b>
<b>1</b>	<b>10</b>	<b>105,0</b>
<b>2</b>	<b>10</b>	<b>105,0</b>

chi-squared = 19.355 with 2 d.f.  
probability = 0.0001

Una vez aplicada la prueba se observa un  $\alpha=0,0001$  por lo cual se decide rechazar la hipótesis nula y se acepta la alternativa que sostiene que hay un efecto del tratamiento sobre el conteo de aerobios mesófilos.

## **9. CONCLUSIONES**

Con respecto a la hipótesis inicial del ensayo experimental realizado podemos afirmar que la aplicación post chiller de la solución antibacteriana Cloruro de Cetilpiridinio es efectiva en la reducción del recuento de aerobios mesófilos en carcasas de pollo.

Los protocolos experimentales realizados a distintas concentraciones mostraron una disminución real en el recuento de aerobios mesófilos (RAM), utilizado como indicador de la contaminación microbiológica de las carcasas.

Realizada la prueba de Kruskal Wallis con un nivel de significación de 0,05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las carcasas del grupo control y las carcasas que fueron inmersas en solución antibacteriana.

Existe una limitante en la técnica del Plate Count Agar (el menor valor detectable es 10 UFC/mL), por lo que no se pudo comparar estadísticamente los datos de las inmersiones realizadas a distintas concentraciones.

Bajo las condiciones que fue realizado este ensayo experimental no se podría afirmar que existan diferencias significativas entre el tratamiento realizado a concentración al 0,2% y al 0,4%.

## **10. DISCUSIÓN**

Todas las personas tienen derecho a esperar que los alimentos que comen sean inocuos y aptos para el consumo humano. El Codex Alimentarius establece que el criterio microbiológico para un alimento define la aceptabilidad de un producto o lote de un alimento basado en la presencia o ausencia, o en la cantidad de microorganismos y/o sus toxinas por unidad de masa, volumen, superficie o lote. En el Reglamento Bromatológico Nacional hay escasas referencias sobre el criterio microbiológico que permita aplicar pautas de aceptación o rechazo de la carne de ave. En el mismo se afirma que desde el punto de vista microbiológico los alimentos elaborados y los alimentos de consumo directo no podrán contener: microorganismos patógenos, toxinas u otros metabolitos microbianos capaces de causar alteración y que la tecnología exigible para su elaboración debió eliminar, cualquier tipo de microorganismo que por su cantidad o por sus cualidades indique una manipulación defectuosa, malas condiciones higiénicas o haga presumir la presencia de microorganismos patógenos.

La producción de broilers presenta altos índices de conversión y gran eficiencia de kg de carne producido por m<sup>2</sup>. Representa una rica fuente de proteína animal y es un alimento de fácil acceso por parte de la población. En este contexto, el sector avícola nacional evidenció en los últimos años aumentos en la producción, exportación y consumo per cápita.

La inocuidad de la carne de ave se alcanza mediante la correcta implementación de GPM y HACCP a lo largo de toda la cadena de producción. Este enfoque preventivo ofrece un control mayor del que se obtiene únicamente con ensayos microbiológicos. A nivel nacional no se cuentan con valores oficiales sobre la carga microbiológica contenida en las carcasas de pollo distribuidas en el mercado para consumo. Existe una necesidad de contar con dichos valores para adoptar medidas correctivas y garantizar la inocuidad alimentaria en nuestro país. Las enfermedades producidas por alimentos son un problema de salud pública, por lo que resulta de útil importancia realizar ensayos microbiológicos y disponer de registros oficiales de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs). Las de mayor prevalencia a nivel mundial son *Salmonella* y *Campylobacter*. Los principales esfuerzos de la producción nacional deberían estar enfocados al control de patógenos y a lograr mayor vida útil en productos finales. En ese sentido, el RAM es una práctica herramienta como indicador de la calidad microbiológica. Se abren puertas para futuros ensayos experimentales.

La industria avícola mundial ha implementado el uso de antibacterianos como una intervención aceptada y aprobada. CPC ha demostrado ser eficaz para lograr los objetivos de la inocuidad y de mayor vida útil.

## **11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Acosta y Lara R., Costas G., Formento P. (2012). Manual de cortes de carnes alternativas para abasto. Conejo, cerdo, pollo, ovinos. Montevideo. Instituto Nacional de Carnes (INAC). 88 p.
2. Adsitey F., Huda N., (2011) Campylobacter in Poultry: Incidences and Possible Control Measures. Res J Microbiol 6 (2): 182-192.
3. Alzamora S. (1997). Preservación I. Alimentos conservados por factores combinados. En: J. Aguilera. Temas en Tecnología de Alimentos. Vol.1 México D.F., CYTED IPN, p 45-88.
4. Alzamora S., Tapia S. y Welti Chanes J. (1998). New strategies for minimally processed foods. The role of multitarget preservation. Food Sci Technol Internat. 4 (5): 353-360.
5. ANMAT. Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica (2005). Guía de Interpretación de resultados Microbiológicos de Alimentos. Instituto Nacional de Alimentos. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia\\_de\\_interpretacion\\_resultados\\_microbiologicos.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf) Fecha de consulta: 30/7/13.
6. Avicola Frontini (2012). Historia, Desarrollo de la Avicultura, Proyectos. Disponible en: <http://www.avicolasdeloeste.com.uy/index.php> Fecha de consulta: 25/11/12
7. Aznares A. (2005). Normas sanitarias en el sector avícola. 1eras Jornadas de Actualización en Ciencias Aviares, Montevideo, Uruguay. p 169-174.
8. American Public Health Association (1984). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4a. ed. Washington, Alpha, 914 p.
9. Arritt F., Eifert J., Pierson M., Sumner S. (2002). Efficacy of Antimicrobials Against Campylobacter jejuni on Chicken Breast Skin. J. Appl. Poult. Res. 11: 358-366.
10. Bai Y., Coleman K., Coleman C., Waldroup L. (2007). Effect of Cetylpyridinium Chloride (Cecure® CPC Antimicrobial) on the Refrigerated Shelf Life of Fresh Boneless, Skinless Broiler Thigh Meat. Internat J Poultry Sci. 6 (2): 91-94.
11. Baker R., Beers K., Cook P., Smith B. (2010). Efficacy of a Commercial Post-Chill Whole Carcass Cecure® Antimicrobial Application for Extending the Shelf-Life of Various Broiler Products. Internat J Poultry Sci. 9 (1): 99.
12. Beers K., Rheingans J., Chinault K., Cook P., Smith B., Waldroup A. (2006). Microbial Efficacy of Commercial Application of Cecure® CPC Antimicrobial to Ingesta-Contaminated Pre-Chill Broiler Carcasses. Internat J Poultry Sci. 5 (8): 698-703.
13. Biarnes Suñé M. (2006). Higiene y Patología Aviar 2a Ed. Barcelona. Real Escuela de Avicultura. 578 p.

14. Biligili S., Waldroup A., Zelenka D., Marion J. (2002) Visible Ingesta on Prechill Carcasses Does not Affect the microbiological Quality of Broiler Carcasses after immersion chilling. *Poultry Sci* 11: 233-238.
15. Bremner A. (1981). *Industria avícola de carne: Higiene e inspección de carne de aves*. Zaragoza. Acribia. 210 p.
16. Brock T., Madigan M. (1993). *Microbiología*. 6ª ed. México DF. Prentice Hall Hispanoamericana. 956 p.
17. Codex Alimentarius (2009) Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos. Reunión 41: Anteproyecto de directrices para el control de *Campylobacter* y *Salmonella* en la carne de pollo. Coronado. 31 p.
18. Cook P. (2006). Cloruro de Cetilpiridinio, Antimicrobiano de última generación en el procesamiento de productos avícolas. *Avi Prof* 24 (2): 12-14.
19. Duffy, G. (2012). Transmission and control of verocytotoxigenic *E. coli* in the beef chain. XI Congreso Latinoamericano de Microbiología e Higiene de los alimentos (Microal) Buenos Aires, Argentina, 55 p.
20. Errea, E. (2012). Anuario OPYPA 2012, Carne Aviar: situación y perspectivas. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/agxppdown.aspx?7,1,39,O,S,0,5847%3B%3B1%3B96> Fecha de consulta: 29/6/13.
21. European Food Safety Authority (2012). Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of Cecure® for the removal of microbial surface contamination of raw poultry products. *EFSA Journal* 10(3): 66 pp. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2612.pdf>. Fecha de consulta: 1/6/13.
22. FAO (2013). *Producción y Sanidad Animal. Consumo de carne*. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html> Fecha de consulta: 12/3/13.
23. Granja Tres Arroyos (2012) Instalaciones de GTA. Disponible en: <http://www.granjatresarroyos.com.ar/establecimientos-avicola-uruguay.html> Fecha de consulta: 25/11/12.
24. ICMSF International Commission on Microbiological Specification for Foods (1991) El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos. Zaragoza, Acribia, 332 p.
25. ICMSF International Commission on Microbiological Specification for Foods (2001). *Microorganismos de los alimentos 6: Ecología microbiana de los productos alimentarios*. Zaragoza, Acribia, 593 p.
26. INAC (2011). Anuario Estadístico: Exportación. Disponible en: <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/7580/1/exportacion.pdf> Fecha de consulta: 15/12/12.
27. Jay J. (2009). *Microbiología moderna de los alimentos*, 4a ed. Zaragoza, Acribia, 767 p.

28. Jouve J. (1996). Le qualité microbiologique des aliments. Maitrise et criteres. 2a. ed. Paris. Polytechnica. 565 p.
29. Leistner L. (1995). Principles and applications of hurdle technology. En Gould G. New Methods of Food Preservation. Gaithersburg. Springer. p 1-21.
30. McKee S. (2013). Aplicaciones antimicrobianas post enfriamiento para canales de pollo entero y partes Disponible en: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/37880?allowguest=true> Fecha de consulta: 23/8/13
31. Mead G. (2007). Análisis microbiológico de carne roja, aves y huevos. Zaragoza, Acribia, 347 p.
32. MGAP (2013). Nuevo Sistema de Monitorización Avícola. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/agxppdown.aspx?7,1,12,O,S,0,6057%3B%3B1%3B100> Fecha de consulta: 20/2/13
33. Morshedy, A.; Sallam K. (2009). Improving the microbial quality and shelf life of chicken carcasses by trisodium phosphate and lactic acid dipping. Internat J Poultry Sci. 8(7):645-650.
34. Mountney G., Parkhurst C. (2001). Tecnología de productos avícolas. Zaragoza, Acribia, 447 p.
35. National Food Processors Association's Microbiology and Food Safety Committee (1993). Implementation of HACCP in a food processing plant. J. Food Prot. 56:548-554.
36. Northcutt J., Russell S. (2010). General Guidelines for Implementation of HACCP in a Poultry Processing Plant. The University of Georgia-Cooperative Extension Department of Poultry Science. 1155 p.
37. Northcutt J., Smith D., Ingram K., Hinton A., Musgrove M. (2007). Recovery of Bacteria from Broiler Carcasses after Spray Washing with Acidified Electrolyzed Water or Sodium Hypochlorite Solutions. Poultry Sci 86: 2239-2244.
38. Northcutt J., Smith D., Musgrove M., Ingram K., Hinton A. (2005). Microbiological Impact of Spray Washing Broiler Carcasses Using Different Chlorine Concentrations and Water Temperatures. Poultry Sci 84: 1648-1652.
39. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (1990). Recuento de placa de Aerobios en Alimentos, Método de película seca rehidratable Petrifilm. 15 ed. Arlington, AOAC. 2 V.
40. Oyarzabal O. (2005). Reduction of Campylobacter spp. by Commercial Antimicrobials Applied during the Processing of Broiler Chickens: A Review from the United States Perspective. J Food Prot. 68 (8): 1752 - 1760.
41. Periago, M. (2011). Microbiología e Higiene de los Alimentos, microorganismos marcadores: índices e indicadores. Significado y características. Aislamiento e identificación. Disponible en:

- <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas-1/tema-1.pdf>. Fecha de consulta: 18/7/13.
42. Reglamento Bromatológico Nacional (2005), Decreto 315/994, 2ª ed. Montevideo, IMPO CD-ROM.
  43. Ricaurte, S. (2005) Problems of the fattening chicken of before and after the benefit – chicken in chanel. Revista Electrónica de Veterinaria Redvet 4(6), 16p. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060606/060517.pdf>. Fecha de consulta: 20/7/13.
  44. Safe Foods (2009). Comparison Advantages/Disadvantages of the Major Antimicrobials Approved and Used for Direct Food Application. Disponible en: [www.safefoods.net](http://www.safefoods.net) Fecha de consulta: 2/8/12.
  45. Sams A. (2001). Poultry meat processing. Florida. CRC Press. 345 p.
  46. Stevenson K., Bernard T. (1995). HACCP Establishing Hazard Analysis Critical Control Point Programs. The food processors Institute. Washington DC.
  47. Tompkin, R. (1990). The use of HACCP in the production of meat and poultry products. J Food Prot. 53:795-803.
  48. USDA, Food Safety Inspection Service (1996). Pathogen reduction: hazard analysis an critical control point (HACCP) systems; final rule. 9CFR Part 304. Fed. Regist. 61:38806-38989. Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/93-016F.pdf>. Fecha de consulta: 2/7/13.
  49. Vanderzant C., Splittstoesser F. (1992). Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods. Washington DC. American Public Health Association. 1219 p.
  50. Waldroup A., Beers K., Cook P., Dell E., Odglen R., Baker R., Coleman C., Smith B. , Maingi B. (2010). The Effects of Cetylpyridinium Chloride (Cecure® CPC Antimicrobial1) on *Campylobacter* Spp. on Raw Poultry: A Review. Internat J Poultry Sci. 9 (4): 305-308.
  51. Yang Z., Li Y., Slavik M. (1997). Use of Antimicrobial Spray Applied with an Inside-Outside Birdwasher To Reduce Bacterial Contamination on Prechilled Chicken Carcasses. J Food Prot. 61: 829-832.