

DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. EN LOS PROCESOS SALIDA CHILLER, INTERVENCIÓN ANTIMICROBIANO (CECURE) Y SALIDA DE TÚNEL, EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE AVES EN FLORIDABLANCA, SANTANDER.

**VIVIAN DAYANA AGUDELO TAMAYO
COD: 1066094459**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER
2018**

DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. EN LOS PROCESO DE POST CHILLER, INTERVENCIÓN ANTIMICROBIANO (CECURE) Y SALIDA DE TÚNEL, EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE AVES EN FLORIDABLANCA, SANTANDER.

**VIVIAN DAYANA AGUDELO TAMAYO
COD: 1066094459**

Trabajo de grado presentado para optar al título de: Microbióloga

Tutor Académico: FRANCISCO RODRÍGUEZ RINCÓN

**Asesor externo ELSA BEATRIZ GELVEZ AROCHA
Directora de Aseguramiento de la Calidad**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER
2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

Pamplona, Junio del 2018

DEDICATORIA

A mis padres Harely y Edwar quienes fueron el motor principal para seguir adelante en este proceso, son mi mayor orgullo, gracias por todo lo que hacen por mí.

A mis hermanas Zaine y Marce porque por ellas es que me esfuerzo cada día para darles un mejor ejemplo.

A mis Abuelos Cecilia y Alirio porque siempre estuvieron pendientes de mi recordándome lo mucho que me aman.

A Karen Tatiana Montaña quien desde el cielo se siente orgullosa de mí.

Al amor de mi vida Jeison Mena quien ha estado de principio a fin en esta carrera, mi compañero de mil batallas.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, quien ha sido mi fuerza, mi refugio en todo momento, y quien me ha dado la sabiduría necesaria para seguir adelante y no desfallecer.

A la Universidad De Pamplona quien fue mi alma mater permitiéndome formar como profesional, mi tutor académico el profesor Francisco Rodríguez Rincón, quien me asesoró y colaboró para que este trabajo fuera un éxito.

A la empresa Avidesa Mac Pollo y mis jefes Elsa Gelves y Patricia Luna, quienes me orientaron en cada paso de mi proyecto de grado, gracias por darme la oportunidad de realizar mis prácticas en este lugar.

A mis amigas y compañeras de lucha; Yenny, Joha, Leidy, Yaz y Mile, gracias por siempre creer en mí, ustedes son regalos que Dios ha puesto en mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 Objetivo general	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. MARCO REFERENCIAL	18
3.1 MARCO LEGAL	18
3.1.1 Resolución 2690 de 2015.....	18
3.1.2 Resolución 0242 de 2013.....	19
3.1.3 Decreto 2270 de 2012.....	19
3.1.4 Decreto 60 de 2002.	20
3.1.5 Decreto 1500 de 2007	20
3.1.6 NTC 3644-1 ICONTEC	20
3.1.7 NTC 3644-2 ICONTEC	20
3.1.8 Resolución 4287 de 2007. Ministerio de protección social.	21
3.1.9 NTC 5480 de 2007 ICONTEC	21
3.1.10 ISO 6579 2002.....	22
3.2 ANTECEDENTES	22
3.3 MARCO HISTÓRICO	24
3.3.1 Descripción de la empresa.....	24
3.3.2 Misión.....	24
3.3.3 Visión	25
3.4 MARCO TEÓRICO	26
3.4.1 POLITICAS DE CALIDAD	26

3.4.2 INOCUIDAD ALIMENTARIA, IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD.....	26
3.4.3 Principios HACCP	28
3.4.4 SISTEMA HACCP EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE AVIDESA MAC POLLO	29
3.4.5 Programa de reducción de patógenos.....	29
3.4.6 Proceso de sacrificio y faenado de aves en la planta avícola.	30
3.4.7 Principales líneas productoras de carne	32
3.4.7.1 ROSS.....	33
3.4.7.2 COBB	33
3.4.8 Microbiota característica de la carne de aves	34
3.4.8.1 <i>Campylobacter</i> spp.....	34
3.4.8.2 <i>Salmonella</i> spp.....	36
3.4.9 DESINFECTANTE ANTIMICROBIANO CECURE (Cloruro de cetil piridinio - CPC).	38
3.4.10 SimPlate.....	40
3.4.11 Agar XLT4	41
3.4.12 Detección Molecular 3M	42
4. METODOLOGÍA.....	43
4.1 DISEÑO DE ESTUDIO	43
4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	43
4.3 FRECUENCIA Y TOMA DEL MUESTREO.	44
4.4 TOMA DE MUESTRAS POR MÉTODO DE ENJUAGUE.	44
4.5 AISLAMIENTO DE <i>Salmonella</i> spp	45
4.6 Detección de <i>Salmonella</i> spp	48
4.7 Detección de <i>Campylobacter</i> spp	49

4.8. Calidad e inocuidad del producto.	52
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	53
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	54
6.1. TRATAMIENTO DE DATOS PARA <i>Salmonella</i> spp.	54
6.2 TRATAMIENTO DE DATOS PARA <i>Campylobacter</i> spp.	64
7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES.....	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Descripción de la cadena productiva avícola.	25
Figura 2. Principios HACCP.	28
Figura 3. Principales Razas de aves utilizadas en la planta.	33
Figura 4. Molécula de CPC.	39
Figura 5. Mecanismos de acción del Cloruro de cetilpiridinio.	39
Figura 6. Equipo Cecure.	40
Figura 7. Placa de SimPlate con 5 pocillos presuntivos para <i>Campylobacter</i> spp.	41.
Figura 8. Agar XIT4: Se observa presencia de colonias presuntivas para <i>Salmonella</i> spp, presencia de H ₂ S en el medio propio de esta bacteria.	42
Figura 9. Equipo y kits de Detección Molecular 3M.	43
Figura 10. Área, Enjuague y diluciones decimales seriadas en agua peptona tamponada ISO de 10 ⁰ a 10 ⁻³ , para pre-enriquecimiento no selectivo.	46
Figura 11. Diluciones decimales seriadas con Agua peptona tamponada ISO de 10 ⁰ a 10 ⁻³ , para pre- enriquecimiento no selectivo.	47
Figura 12. Diluciones decimales seriadas para Enriquecimiento en medio selectivo (caldo rappaport-vassiliadis modificado (MSRV).	48
Figura 13. Aislamiento Primario en Medio selectivo y Diferencial XLT4.	48
Figura 14. Detección molecular.	49
Figura 15. Preparación del SimPlate e incubación.	50
Figura 16. Aditivos Campylobacter-CI SimPlate y como quedaron preparados en frascos ámbar en el laboratorio de patología aviar de Avidesa-Mac pollo.	50
Figura 17. Kit SimPlates.	51
Figura 18. Resultados y lectura de las placas Simplate; lectura con luz-UV.	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Microorganismos y Objetivo según Resolución Número 2690 De 2015	18
Tabla 2. Requisitos microbiológicos del pollo beneficiado, pollo en canal.	21
Tabla 3. Estándares de cumplimiento para <i>Salmonella</i> spp. Según resolución 4287 de 2007.	21
Tabla 4. Microorganismos de interés y objetivos de la avícola.	30
Tabla 5. Distribución y número de muestras tomadas para cada etapa del Proceso de beneficio.	44
Tabla 6. Etapa de muestreo tomadas, tipo de muestra y cantidad de agua peptona tamponada ISO (ml) para cada enjuague.	54
Tabla 7. Resultado promedio total del muestreo (Log10 ufc/ml) para cada etapa de los procesos post-chiller en 18 fechas diferentes.	55
Tabla 8. Resultados de la estadística descriptiva por etapas para los recuentos en Log10 del crecimiento de <i>Salmonella</i> spp.	55
Tabla 9. Análisis de varianza de un solo factor (etapas del proceso) para <i>Salmonella</i> spp.	56
Tabla 10. Porcentaje de prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. durante las etapas post-chiller del proceso de beneficio.	58
Tabla 11. Porcentaje de prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp. durante las etapas post-chiller del proceso de beneficio.	64
Tabla 12. Resultado promedio total del muestreo (Log10 ufc/ml) para cada etapa de los procesos post-chiller en 18 fechas diferentes.	65

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Grafica 1. Porcentaje de prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. por etapa del proceso de beneficio de aves.	57
Grafica 2. Resultados promedio total (Log10 UFC/ml) del recuento de <i>Salmonella</i> spp. por muestreo en etapa de salida chiller.	59
Grafica 3. Resultados promedio total (Log10 UFC/ml) del recuento de <i>Salmonella</i> spp. por muestreo en etapa de Intervención Antimicrobiano Cecure.	60
Grafica 4. Resultados promedio total (Log10 UFC/ml) del recuento de <i>Salmonella</i> spp. por muestreo en etapa de salida túnel.	61
Grafica 5. Distribución de promedios de los recuentos de <i>Salmonella</i> spp. (Log10 UFC/ml) en las 3 etapas post-chiller muestreadas.	62
Grafica 6. Porcentaje de prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp. por etapa del proceso de beneficio de aves.	65
Grafica 7. Resultados (Log10 UFC/ml) del recuento de <i>Campylobacter</i> spp. por muestreo en cada etapa analizada.	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Hoja de seguridad del desinfectante Cecure.	75
Anexo 2: Tabla de NMP utilizada en los recuentos para <i>Salmonella</i> spp.	77
Anexo 3: Tabla de NMP utilizada en los recuentos para <i>Campylobacter</i> spp.	78
Anexo 4. Resultado por etapa de la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp.	79
Anexo 5. Resultado por etapa de la prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp.	80
Anexo 6. Montaje de pruebas y análisis microbiológicos complementarios realizados en el laboratorio en horarios de trabajo	81

INTRODUCCIÓN

La presencia de patógenos en los alimentos crudos de origen animal como consecuencia del procesamiento sigue siendo una preocupación importante para la industria alimentaria; en la actualidad, la salmonelosis y la campilobacteriosis son las ETAS de mayor prevalencia en países desarrollados se ha calculado que en Estados Unidos de América¹, la salmonelosis causa más de 18 mil hospitalizaciones y 500 defunciones anuales; la percepción de una infección por *Salmonella* como un problema de la avicultura industrial ha sufrido los mismos cambios que la propia industrialización del sector, incluyendo factores como la seguridad alimentaria (minimización de la presencia de componentes físicos, microbiológicos y químicos en los alimentos que pueden ser perjudiciales para la salud humana). Los conocimientos microbiológicos de *Salmonella* y los que se tienen de la epidemiología de este microorganismo en las personas y en las aves han definido los patrones de control para eliminar *Salmonella* de la cadena alimentaria.

Por otro lado *Campylobacter* spp. está considerado como la principal causa bacteriana de gastroenteritis humana en el mundo, con una incidencia en aumento en algunos países en donde el 80 % de los casos de infecciones por Campilobacteriosis están relacionados con una contaminación alimenticia; el reservorio del *Campylobacter* spp. es el tubo digestivo de un gran número de animales de sangre caliente, principalmente las aves, donde está presente como saprófito y también como patógeno entérico ocasional.² Por lo tanto las enfermedades de transmisión alimentaria pueden ocurrir cuando no se controla adecuadamente los peligros biológicos en los alimentos. El sistema HACCP exige el entendimiento de las clases de peligros biológicos importantes para un alimento específico, en el que las características de los microorganismos tienen que ser examinadas para determinar los controles apropiados.³

¹ World Health Organization. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. *Emerg Infect Dis.* 1997; 3:223–228.

² CAIPO Marisa, DIRECTRICES PARA EL CONTROL DE *Campylobacter* y *Salmonella* EN LA CARNE DE POLLO. Unidad de Inocuidad de los Alimentos y Codex Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura CAC/GL 78-2011. Página 1 de 28

³ AMÉZQUITA, Alejandro; ESTRADA, Carolina; GONZALEZ, Sonia. HACCP. Un enfoque sistemático para la inocuidad alimentaria Estados Unidos: Grocery Manufacturers Association Washington, D.C 2008

Es por ello que la legislación alimentaria busca alcanzar la inocuidad en los productos que se consumen a diario aplicando prácticas y requerimientos a cumplir, para garantizar la seguridad del consumidor y lograr un producto de alta calidad que satisfaga las necesidades del mismo.

Para cuantificar los riesgos de inocuidad alimentaria a lo largo de la cadena de producción y comercialización, es importante saber cómo, dónde y cuándo se produce la contaminación por microorganismos. Una vez que conocemos la respuesta a estas preguntas, es posible introducir medidas de reducción de riesgos. La instalación de sacrificio debe estar dividida en al menos tres secciones separadas: una zona para las aves vivas, una zona de sacrificio, incluido el desplume, y una zona de elaboración, que da comienzo con la evisceración. Para reducir el riesgo de multiplicación de patógenos en la carne y las canales de las aves de corral, deberán refrigerarse o consumirse inmediatamente después del sacrificio.⁴

Es por esto que en la empresa avícola se preocupan por adaptar medidas en el beneficio de las aves junto con sus derivados, para que cumplan con los parámetros microbiológicos determinados según cada norma (ver marco legal). De la mano en la ejecución de tanto las BPH (Buenas Prácticas de Higiene) como BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), que con el plan HACCP (Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos) se ha convertido en una herramienta primordial para el aseguramiento de la inocuidad de la carne de pollo, garantizando que los productos se fabrican en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyen los riesgos de producción; asegurando parámetros de calidad en todas las etapas por la que pasan las aves.

⁴ FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana En: REVISIÓN DEL DESARROLLO AVÍCOLA 2013 pp. 14-16.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general.

Evaluar, la eficiencia de los procesos salida chiller, intervención antimicrobiano Cecure (ácido, cetil piridinio) y salida túnel, mediante cuantificación de *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. en la planta de beneficio de aves en Floridablanca, Santander.

1.2 Objetivos específicos.

- Identificar y cuantificar *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. en los procesos post-chiller de la planta de beneficio de aves, por medio del método Número Más Probable Miniaturizado (mMPN) y SimPlate.
- Determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. en los procesos post-chiller, antes y después de ser aplicado el desinfectante (cloruro de cetil piridinio).
- Establecer la calidad e inocuidad de este proceso mediante la prevalencia de *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. en los procesos analizados.

2. JUSTIFICACIÓN

La demanda mundial de carne de pollo se ha incrementado en los últimos años debido a su precio comparativamente bajo con otras carnes y, además por ser una excelente fuente de proteína.⁵ Según la Federación Nacional de Avicultores de Colombia, el consumo per-cápita de la carne de pollo en el 2010 fue de 23,4 kg y hasta el 2016 aumento a 31,5 kg, logrando un aumento para el año 2017 de 6,4% en comparación al 2016.⁶

En la avicultura el principal riesgo de *Salmonella* es cuando existe un estado sanitario deficiente en los alojamientos, y se descuidan la salud de los animales, la calidad del alimento, agua y material de cama, así como la presencia de fauna nociva y la entrada de vehículos contaminados. Cuando se introduce *Salmonella* a las granjas se propaga rápidamente a través de polvo, heces que arrastran los trabajadores dentro de la granja y contaminación del agua. La alta prevalencia de *Salmonella* en productos avícolas ha llevado a varios estudios para reducir la contaminación de los alimentos, entre estas el uso de cloruro de cetil piridinio que ha tenido éxito en la reducción de diversos patógenos en carnes, incluida la *Salmonella*. Por otro lado *Campylobacter* es una bacteria perteneciente a la familia *Campylobacteraceae*. Las dos especies más comunes, *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*, representan aproximadamente el 89% de las campilobacteriosis humana. Es el patógeno más frecuente de gastroenteritis bacteriana, es responsable de 400 a 500 millones de casos de infección cada año en todo el mundo y son causa de la pérdida de años de vida saludable en las personas que la padecen.⁷ Las aves pueden portar este microorganismo en piel, plumas y en el tracto gastrointestinal principalmente, por ello es necesario llevar un control microbiológico en granjas y en plantas que a su vez nos permitan determinar la efectividad de las técnicas, equipos y bactericidas usados en la industria, mediante la estandarización de métodos o procedimientos y la aplicación de modelos de gestión de calidad, logrando así el cumplimiento legal y la inocuidad del producto respectivamente y de esta manera satisfacer las necesidades alimentarias tanto nutricionales como económicas en la población.

⁵ FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana En: REVISIÓN DEL DESARROLLO AVÍCOLA 2013 pp. 14-16.

⁶ FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA- Fondo Nacional Avícola. Consultado 15 de marzo [en línea] disponible en: <http://www.fenavi.org/index.php>.

6. OMS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Septiembre 2017. Campilobacteriosis, Enfermedad por *Campylobacter*. Notas descriptivas. Centro de prensa.

Por otra parte Colombia, a través del tiempo se ha caracterizado por tener una producción avícola responsable, con empresas verdaderamente comprometidas en el cumplimiento de todas las normas necesarias para prevenir, o evitar el posible ingreso de microorganismos patógenos a los procesos productivos, y conscientes de la enorme responsabilidad que implica producir bajo una permanente presión de mercado, generalmente en zonas de alta población avícola y con toda una cadena que aunque bien organizada, puede estar expuesta en cualquiera de sus etapas, a las diferentes entidades patológicas que puede ingresar, alterando en mayor o en menor grado el ciclo productivo y poniendo en riesgo la bioseguridad de la granja, el municipio, la región y finalmente la del todo el país.⁸

En este sentido, la empresa Avidesa Mac Pollo mantiene un estricto control aplicando estándares de calidad que permitan la inocuidad del producto final, es por ello que este trabajo surge con el fin de evaluar la eficacia del cloruro de cetil piridinio (CPC) utilizado como desinfectante en la reducción microbiana de *Salmonella* y *Campylobacter* presente en las aves en el proceso de beneficio de la planta avícola en las etapas de salida chiller, intervención antimicrobiano Cecure y salida túnel, ya que es de gran interés para la empresa Avidesa Mac pollo ofrecer productos de alta calidad a sus consumidores, y a su vez conocer la efectividad de sus procesos e implementar acciones correctivas en las etapas donde se puedan presentar inconformidades brindando un producto inocuo mediante el cumplimiento de la normatividad microbiológica.

⁸ DOMINGUEZ Juan Carlos. Perspectiva de la producción avícola en Colombia. Periódico el Tiempo. Bogotá. 2014

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO LEGAL

Los sistemas de producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y venta se monitorean con programas hechos a la medida que evidencian todos los requisitos de higiene e inocuidad alimentaria. Por lo que las industrias tienen el compromiso primordial de documentar y efectuar tales programas, con supervisión y verificación por parte de la autoridad regulatoria competente. De esta manera la empresa avícola cuenta con la normatividad vigente documentada, haciendo obligatoria la aplicación de fichas técnicas y estándares de operación con disposiciones legales en todo lo que concierne a cada una de las áreas de la totalidad de los procesos, con las resoluciones del Ministerio de Salud y Protección Social como:

3.1.1 Resolución 2690 de 2015. Instaura las directrices para la formulación del Programa de verificación Microbiológica de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y sus derivados comestibles destinados para el consumo humano; con importancia en artículos como el 4 con la definición de los microorganismos, en los que debe incluirse los microorganismos indicadores o patógenos con la siguiente tabla:

Tabla 1. Microorganismos y Objetivo.

Microorganismo	Objetivo
1. <i>E. coli</i> genérico	Verificación de Control de Procesos: <i>E. coli</i> genérico con el objeto de evaluar la eficacia de la limpieza y desinfección y como criterio de verificación del control de procesos.
2. <i>Salmonella</i> spp.	Cumplimiento de Estándar de Desempeño
3. <i>Escherichia coli</i> / 0157:H7	Control de microorganismos patógenos
4. <i>Escherichia coli</i> no 0157 (STEC) productores de Control de microorganismos patógenos toxina Shiga.	Control de microorganismos patógenos
5. <i>Campylobacter</i> spp.	Cumplimiento de Estándar de Desempeño

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL Resolución Número 2690 De 2015 (24 Julio 2015) Por la cual se establecen las directrices para la formulación del Programa de Verificación Microbiológica del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles [en línea] disponible en: http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-2690-de-2015.pdf

A su vez se establecerán los procedimientos de verificación para el estándar de desempeño y el criterio de control de proceso que contendrán lo siguiente:

1. El propósito del muestreo.
2. Técnicas de muestreo, metodología y frecuencia de muestreo.
3. Requerimientos de muestreo.
4. Análisis de muestras.
5. Registros de los resultados.
6. Criterios para la evaluación de resultados de las pruebas.

3.1.2 Resolución 0242 de 2013. La cual establece el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos sanitarios que deben cumplir las plantas de beneficio de aves de corral en lo concierne a desprese, almacenamiento, comercialización, expendio, importación o exportación y transporte de la carne; destinados para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, salud y prevenir las prácticas que puedan inducir a error a los consumidores. Con relevancia en los artículos 4,10,11,13,14,15, y 16 que hace referencia al personal manipulador, con requisitos de buen estado de salud con reconocimiento médico, capacitaciones continuas y practicas higiénicas como medidas de protección en las plantas de beneficio y desprese.

El artículo 17 hace hincapié en cada una de las áreas que debe tener la planta en la recepción y procesamiento de las aves, así como las etapas del sacrificio, con el cumplimiento de los Estándares de Ejecución Sanitaria de acuerdo con las operaciones que se realicen en las mismas, con procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, (POES) contemplados en los artículos 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33. Así como lo correspondiente al sistema HACCP con las indicaciones de los Artículos 34, 35, 36 y 37, 44 y 48, este último hace referencia al desempeño de reducción de patógenos para *Salmonella*.

3.1.3 Decreto 2270 de 2012. Las disposiciones en este decreto, tienen por objeto actualizar el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia, plan de muestreo, verificación microbiológica y control de la carne y productos cárnicos destinados para el consumo humano en todo el territorio nacional, como en las plantas de beneficio establecido en el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011 y 917 de 2012. Así como el cumplimiento del sistema HACCP señalado en el artículo 26 del presente Decreto.

3.1.4 Decreto 1500 de 2007. Establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos y sus derivados, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. Es decir, indica todas las medidas que se deben implementar para garantizar la inocuidad de las prácticas de beneficio de animales para consumo humano, como la vida útil de la carne y control de patógenos, resaltando lo dicho en los artículos 16 (Sistema de Aseguramiento de la Inocuidad), y artículos 26 y 27 sobre plantas de beneficio, desposte, desprese y derivados cárnicos.⁹

3.1.5 NTC 3644-1 ICONTEC. Esta norma establece las mínimas prácticas de calidad que se deben cumplir durante las operaciones de captura, enjaulado, transporte y faenado de pollo. Haciendo hincapié en el mantenimiento de las temperaturas de refrigeración durante el desprese, y de refrigeración o congelación durante el empaque, transporte y distribución, el cual debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTC 3644.

3.1.6 NTC 3644-2 ICONTEC. Determina los requisitos microbiológicos que se deben cumplir y los métodos de ensayo a los cuales debe someterse el pollo beneficiado para consumo humano como se evidencia en la (Tabla 2).

⁹ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Decreto 1500 de 2007 (mayo 4) por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. [en línea] disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/aliamentos/Decreto1500_2007.pdf

Tabla 2. Requisitos microbiológicos del pollo beneficiado, pollo en canal

Microorganismos	n	m	M	c
NMP de coliformes fecales/g	5	100	1100	1
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	5	100	1000	1
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva, UFC/g	5	100	500	1
Detección de <i>Salmonella</i> /25 g	5	0	-	0
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> , /25g*	5	0	-	0

"n" (minúscula): Número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis.

"c": Número máximo permitido de unidades de muestra que son rechazadas en un plan de muestreo de 2 clases o unidades de muestra provisionalmente aceptables en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.

"m" (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable.

"M" (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 3644-2 Industrias alimentarias. Pollo beneficiado Bogotá: ICONTEC 1998 [en línea] disponible en: <http://www.analisisambiental.com.co/wp-content/uploads/2014/02/NTC-3644-2.pdf>

3.1.7 Resolución 4287 de 2007. Ministerio de protección social.

Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las aves de corral destinadas para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desprese, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.

Tabla 3. Estándares de cumplimiento para *Salmonella* spp. según resolución 4287 de 2007.

PRODUCTO	Estándar de Funcionamiento (Porcentajes Positivos para <i>Salmonella</i> spp)	Número de Pruebas Tomadas (n)	Numero máximo de Positivos
Pollo	8	51	4

Fuente: INVIMA (Resolución 4287 del 2007).

3.1.8 NTC 5480 de 2007 ICONTEC: Limpieza y desinfección de plantas y equipos utilizados en la industria cárnica y avícola, establece los requisitos de limpieza y desinfección (LYD) que deben cumplir en instalaciones, equipos, utensilios y el personal con el fin de obtener la inocuidad del producto final. Esta norma

técnica sirve como marco de referencia en el estudio y análisis del proceso de manufactura de alimentos cárnicos y establecer la idoneidad del proceso en relación a las normas colombianas y así asegurar la calidad, que se tiene como compromiso ante el mercado.

3.1.9. Decreto 60 de 2002. Tiene por objeto promover la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico HACCP, como Sistema o Método de Aseguramiento de la Inocuidad de los Alimentos y establecer el procedimiento de certificación al respecto.

3.1.10 ISO 6579 2002 Esta norma está destinada principalmente a mostrar un método horizontal para la detección y el aislamiento de *Salmonella* spp. de productos alimenticios, heces de animales (por ejemplo, a partir de aves de corral, cerdos, ganado), y muestras ambientales en el área de la etapa de producción primaria (como el polvo).

3.2 ANTECEDENTES

La salmonelosis aviar es una enfermedad altamente contagiosa que provoca pérdidas económicas importantes por una disminución en la producción de huevo, baja incubabilidad del mismo, así como gastos en tratamientos. Causada por las bacterias *Salmonella gallinarum* (tifoidea aviar) y *Salmonella pullorum*; es decir que la tarea de control de la salmonelosis se ha convertido en un proceso integrado que se extiende desde la producción de un pollo recién nacido libre de *salmonella* hasta la entrega de carnes u otro tipo de productos avícolas totalmente libres de estos agentes patógenos.¹⁰

Un estudio en el 2016 sobre Epidemiología de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter* spp., en la cadena productiva avícola determinó la prevalencia y los factores de riesgos asociados a estos microorganismos en todos los eslabones de producción de pollos de engorde en dos empresas integradoras avícolas colombianas.¹¹

Un estudio en el 2015 sobre *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp. en productos aviares y su impacto en salud pública permitió investigar la

¹⁰ OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp: Consultado [10 de marzo de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>.

¹¹ REALPE, Maria; MUÑOZ Angela; DONADO Pilar; REY, Laura ; DIAZ, Paula; AREVALO, Stefany. Diciembre 2016. Epidemiology of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter* spp., in the poultry chain production system. Iatreia Print versión ISSN 0121-0793. vol.29 no.4 Medellín Colombia.

prevalencia de *Campylobacter spp* y *Salmonella spp* en canales de pollos, en el estado de Río de Janeiro, Brasil, en el que se recogieron 60 muestras de 6 plantas de beneficio durante un período de 6 meses. Encontrándose un 45% de muestras positivas en las canales del pollo para *Campylobacter spp*, incluyendo 44 aislamientos (53,66%) de *Campylobacter jejuni* y 38 (46,34%) de *Campylobacter coli*. La identificación de todas las cepas se confirmó mediante PCR. *Salmonella* se aisló a partir de 60 canales de pollo por PCR en el que se detectó en un (8,33%).¹²

La protección de la inocuidad alimentaria se puede mejorar mediante el control de riesgos a través del uso de métodos preventivos en todas las fases de la cadena de producción y distribución de los alimentos, es por esto que bajo la necesidad de saber dónde y cuándo se produce la contaminación, en el 2013 se realizó un estudio de la prevalencia de *Salmonella spp.* y *Campylobacter jejuni* en diferentes etapas del proceso de beneficio en Avides Mac Pollo, en el cual se desarrolló un biomapa que permitió establecer en qué etapa del proceso se presentó mayor índice de contaminación por los microorganismos en estudio.¹³

En el 2002 se validó el método de MPN miniaturizado, basado en ISO 6579: 2002, para la enumeración de *Salmonella* en matrices de aves de corral, este estudio tenía como principal objetivo desarrollar y validar la eficacia de un método cuantitativo, una prueba NPMm, que incluyen el ciego de pollos de engorde, la alimentación, las heces, las canales y los tanques de escaldado. La importancia e impacto del estudio fue reducir el material y el costo laboral del método permitiendo la medición uniforme y precisa de la eficacia de las estrategias de intervención en el control de la colonización de *Salmonella* de aves de corral¹⁴. Este mismo año se llevó a cabo la evaluación del sistema de limpieza y desinfección en la planta de beneficio Avides Mac Pollo donde el propósito era evaluar la eficacia de los diferentes desinfectantes utilizados en el programa de limpieza y desinfección a través de pruebas microbiológicas y muestreos a las

¹²CARDOSO ,Wagner Thadeu ; FERREIRA , Aldo Pacheco , SICILIANO Salvatore Prevalencia de *Campylobacter spp* y *Salmonella spp* en productos aviares y su impacto en salud pública. 2015. Laboratório de Zoonoses Bacterianas do Departamento de Bacteriologia da Fundação Oswaldo Cruz. Avenida Brasil, 4.365 - Manguinhos - CEP: 21040-970 – Rio de Janeiro (RJ) – Brasil.

¹³ AMADO, Bernal DC.2015. Implementación del método de número más probable miniaturizado para la determinación cuantitativa de *Salmonella spp.* log base 10, en el proceso de beneficio de aves de corral en Avides Mac Pollo S.A

¹⁴ COX, Julian; GROVES, Piter; PAVIC, Anthoni. Julio de 2010. A validated miniaturized MPN method, based on ISO 6579:2002, for the enumeration of *Salmonella* from poultry matrices. Journal of Applied Microbiology. PP.25-32.

zonas desinfectadas y así poder determinar la acción del desinfectante.¹⁵

Cabe resaltar otros estudios realizados por Echavarría, Marcela¹⁶ que se han hecho al respecto, determinando la importancia de evaluar la prevalencia de *Salmonella* spp. y *Campylobacter jejuni* en las diferentes etapas del proceso de beneficio de aves en el cual, llevar a cabo este tipo de estudios, sirven como una herramienta para determinar el índice de contaminación en cada uno de los procesos finalizando con un pollo de calidad.

3.3 MARCO HISTÓRICO

3.3.1 Descripción de la empresa: En marzo de 1.969 se constituye la sociedad comercial Avidesa Ltda., siendo Distribuidora Cosandi Ltda., su principal socio, como distribuidora de alimentos concentrados para todo tipo de animales. Algunos años más tarde, Avidesa Ltda., inicia una producción incipiente de pollo de engorde con un proceso artesanal que después se industrializa en una planta de proceso en el año de 1979 conocida como PROAVESAN. Su marca original "Mac Pollo su pollo rico" se remonta al año de 1.976, cambiada a "AVIDESA MAC POLLO S.A" en 1.982, cuando se abandona la distribución de concentrados y se focaliza en la producción, procesamiento y distribución de carne de pollo y cambia la propiedad accionaria a los socios actuales. Y es desde ese entonces que se ha consolidado como una empresa líder en la industria avícola y agrícola nacional, focalizada en cambios tecnológicos con los cuales se optimiza y se controla la producción y la calidad de cada uno de sus productos, con constantes mejoras para un mercado más racional, logrando consolidarse como la empresa número uno en todas sus actividades industriales y comerciales que contemplan procesos de importación y exportación.

Durante este periodo, se pasó de 500 pollos diarios en su inicio a 142.000 hoy, contando con última tecnología de proceso en la planta de Beneficio, garantizando un pollo libre de contaminación y altos índices de calidad, con etapas como evisceración del 100%, desprese automático en corte anatómico y con sistema de enfriamiento IQF (Congelación rápida individual), además una maquinaria, infraestructura y personal capacitado; permitiendo una integración vertical

¹⁵ARIZA, Madrid. Evaluación del sistema de limpieza y desinfección en la planta de beneficio de una empresa avícola. Bucaramanga, Santander. 2002. Tesis. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Microbiología.

¹⁶ECHAVERRIA, Marcela, SM.2013.Prevalencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Campylobacter jejuni* en diferentes etapas del proceso de beneficio de aves. Tesis. Departamento de Microbiología. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

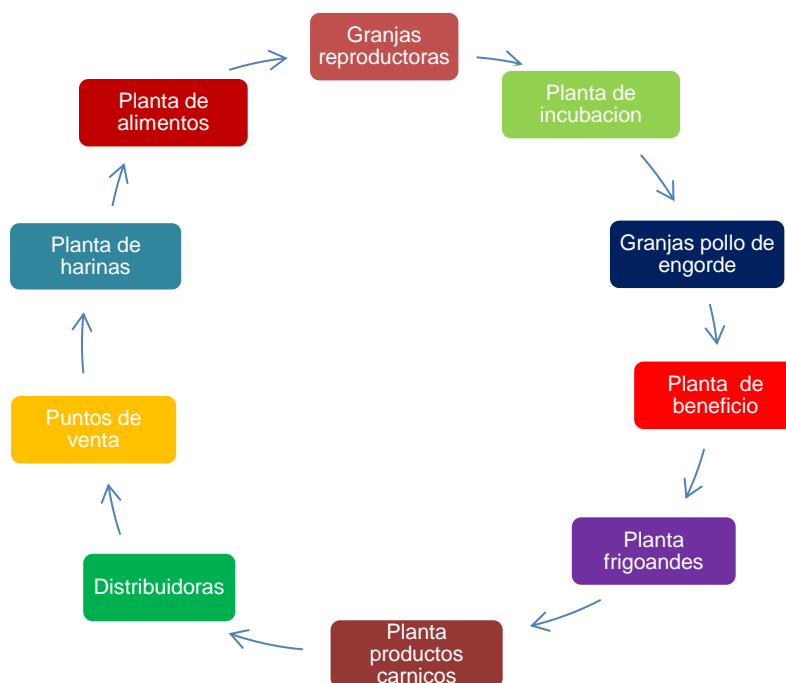
que incluye desde el procesamiento del alimento para las aves hasta la comercialización directa de productos, con una estrategia integral donde cada uno de los eslabones de la cadena productiva es minuciosamente controlado.

3.3.2 Misión. Satisfacer necesidades nutricionales de los consumidores con la mejor calidad, servicio, variedad y precio, de manera eficiente y rentable, comprometidos con el bienestar y el desarrollo de nuestra gente, con responsabilidad con la comunidad y el medio ambiente.

3.3.3 Visión. Estar siempre en la alimentación de la familia colombiana. Para lo cual deben:

- Mantener crecimiento sostenible de participación en el mercado y presencia internacional.
- Asegurar la lealtad de nuestros clientes a través de la calidad del producto, de la innovación y de la excelencia del servicio.
- Tener la mejor productividad optimizando costos con parámetros internacionales.
- Trabajar por procesos articulados, ágiles, eficientes y flexibles, soportados en un sistema de información confiable y completa.
- Mantener liderazgo tecnológico
- Atraer, desarrollar y mantener el mejor talento humano.

Figura 1. Descripción de la cadena productiva avícola.



3.4 MARCO TEÓRICO

La inocuidad de los alimentos abarca acciones orientadas a garantizar la máxima seguridad alimentaria. Es por ello que se tienen que abarcar las políticas de calidad y actividades durante toda la cadena alimenticia, desde la producción hasta el producto terminado, con la implementación del sistema HACCP, programa de reducción de patógenos, y conociendo la microbiota característica de la carne de aves que afecta este tipo de alimentos como se explica a continuación:

3.4.1 INOCUIDAD ALIMENTARIA, IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD.

La inocuidad de los alimentos es el conjunto de condiciones y medidas necesarias que se deben aplicar durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud. A su vez un enfoque contemporáneo sobre la higiene de la carne basado en el análisis de riesgos requiere que las medidas higiénicas se apliquen a los puntos de la cadena alimentaria cuando tengan mayor valor para reducir los riesgos alimentarios para los consumidores. Ello deberá reflejarse en la aplicación de medidas específicas que estén basadas en la ciencia y en la evaluación de riesgos, prestando más atención a la prevención y control de la contaminación durante todos los aspectos de la producción de la

carne y su ulterior elaboración. La aplicación de los principios HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es un elemento esencial. La medida del éxito de los programas actuales es una demostración objetiva de los niveles de control de peligros en los alimentos que están relacionados con los niveles requeridos de protección al consumidor, en lugar de concentrarse en medidas detalladas y prescriptivas que producen resultados desconocidos¹⁷.

Todo sistema HACCP es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico. El sistema HACCP puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y su aplicación deberá basarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana. Además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación del sistema HACCP puede ofrecer otras ventajas significativas, facilitar asimismo la inspección por parte de las autoridades de reglamentación y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos¹⁸.

Uno de los pre-requisitos para implementar el sistema HACCP son los Procedimientos de operación estándar de sanitización (POES) y Buenas prácticas de manufactura (BPM). Los prerrequisitos se definen de forma clara, están constantemente actualizados, son adecuados a la actividad y a los productos, a sus características y al uso que se les da¹⁹.

3.4.2 Principios HACCP

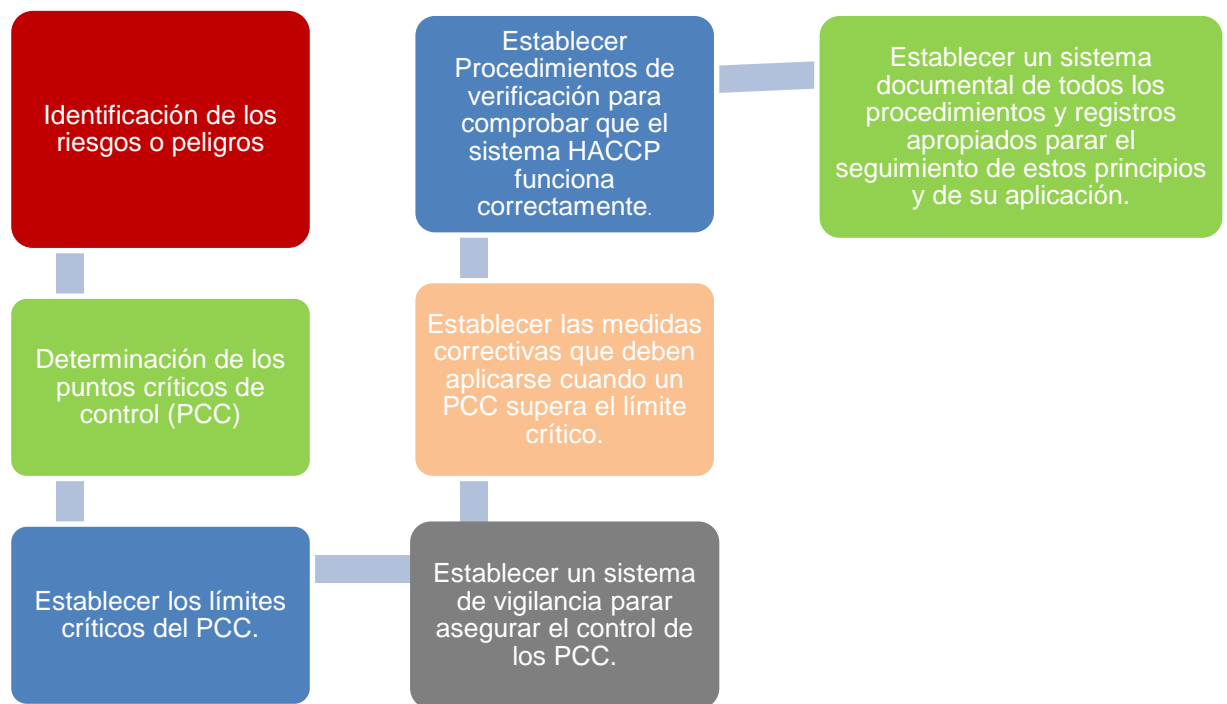
La calidad de un producto alimenticio está determinada por el cumplimiento de los requisitos, tanto legales como comerciales, la satisfacción del consumidor y la producción en un ciclo de mejora continua. La apreciación de la calidad está directamente relacionada con el estricto respeto de los siguientes principios:

¹⁷ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Código de prácticas de higiene para la carne Roma 2009.

¹⁸ CARRO PAZ, Roberto; GONZALEZ GOMEZ, Daniel. Normas HACCP Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control [en línea] disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf

¹⁹ GUZMÁN, Emilio; RODRÍGUEZ, Alfredo; OTERO, Mario; MORENO, Omar. El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) como instrumento para la reducción En: Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 62005, Septiembre 2012, pp. 1-14.

Figura 2. Principios HACCP



3.4.4 SISTEMA HACCP EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE AVIDESA MAC POLLO

Los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius constituyen una firme base para garantizar la higiene de los alimentos, haciendo hincapié en los controles esenciales en cada fase de la cadena alimentaria y recomendando la aplicación del sistema de análisis de riesgos y de los puntos críticos de control (HACCP) siempre que sea posible para potenciar la inocuidad de los alimentos. El HACCP permite determinar riesgos concretos y adoptar medidas preventivas para evitarlos. Es un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos basado en el control de los puntos críticos en la manipulación de los alimentos para prevenir problemas al respecto, ya que propicia un uso más eficaz de los recursos y una respuesta más oportuna a tales problemas. El sistema de HACCP facilita la inspección por parte de las autoridades encargadas de regular el control de los alimentos y favorece el comercio internacional al aumentar la confianza de los compradores en la inocuidad de los alimentos²⁰.

²⁰ ROJAS, Sandra. Implementación Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), 19 de mayo del 2017. Planta de beneficio avícola. Bucaramanga Santander.

3.4.5 Programa de reducción de patógenos: Parte de la estrategia para estimular mejoras en las prácticas de inocuidad de alimentos es establecer guías y asegurar un control del proceso. Además, le da a la compañía la responsabilidad y la intención de producir alimentos seguros y disminuir el nivel de patógenos.

Un elemento esencial es el realizar exámenes microbiológicos de rutina para poder detectar microorganismos que puedan afectar la inocuidad del producto; para esto se han definido a nivel internacional los siguientes microorganismos como agentes indicadores o patógenos: *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Campylobacter spp.*²¹

Es por esto que la planta de beneficio de la compañía tiene este programa en el que se toman muestras diarias dependiendo de la producción y se envían al laboratorio de calidad en el que son analizadas, para la verificación del Sistema de Aseguramiento de calidad, por los métodos de diagnóstico aprobados por la AOAC Official Method 991.14 o 998.03 9M.

- *E. coli*: Petrifilm Coliform - enjuague de carcasa aves.
- *Salmonella spp.*: Detección Molecular 3M™ Molecular Detection Assay 2-Salmonella Official Method of Analysis SM by AOAC INTERNATIONAL (OMA method number 2016.01).
- *Campylobacter spp.* Manual Analítico Bacteriológico FDA.

Tabla 4. Microorganismos de interés y objetivos de la avícola.

Microorganismo	Objetivo
<i>E.coli</i> genérico	Verificación del control de procesos: <i>E.coli</i> genérico con el objeto de evaluar la eficacia de la limpieza y desinfección y como criterio de verificación del control de procesos.
<i>Salmonella spp.</i>	Cumplimiento de estándar y desempeño (Frecuencia y/o concentración máxima de un peligro en un alimento, establecido para una determinada etapa de la cadena productiva).
<i>Campylobacter spp.</i>	Cumplimiento de estándar y desempeño (Frecuencia y/o concentración máxima de un peligro en un alimento, establecido para una determinada etapa de la cadena productiva).

²¹ SILVA, Julia; RECAVARREN, Mariana; WILLIAMS, Karen Detección de bacterias patógenas productoras de Enfermedades Transmitidas por Alimentos en carne aviar Consultado [Marzo 27 de 2018] [en línea] disponible en: [http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Juli%20-%20Facultad%20de%](http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Juli%20-%20Facultad%20de%20)

Fuente: AVIDESA MAC POLLO S.A Programa de reducción de patógenos 2017. MARCO LEGAL: Decreto 1500 de 2007, Resolución 4287 de 2007, Resolución 2690 de 2015, CFR 9, Pathogen Reduction/HACCP, FSIS/USDA, Estados Unidos.

3.4.6. Proceso de sacrificio y faenado de aves en la planta avícola.

Durante el proceso de sacrificio de las aves, estas van pasando por una serie de etapas cuya finalidad es el aseguramiento de un producto con altos estándares de calidad e higiene, por el cual la implementación constante de la normativa como el Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de Salud y Protección Social es fundamental, ya que este establece los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en la producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.

En la planta de beneficio Avícola se cuenta con etapas que comprenden una serie de procesos que consisten en:

Recepción: Las aves llegan a la planta de sacrificio en camiones, los guacales son llevados por una cinta transportadora hasta los ganchos donde se cuelgan las aves. Los guacales son lavados en esta misma zona y embarcados nuevamente a los camiones.

Aturdimiento: Una vez colgadas las aves, se procede a conmocionarlas eléctricamente. Pasando por el tanque insensibilizador donde reciben un aturdimiento de bajo voltaje junto con un baño de agua con una mezcla de cloruro de sodio.

Escaldado: Una vez desangradas las aves, se introducen en un baño de agua caliente, conocido como tanque de escaldado, para ablandar las plumas. La temperatura del agua es de $54 \pm 2^\circ\text{C}$, el tiempo que tarda el proceso es aprox. 2 minutos 71 segundos.

Desplumado: Al salir del tanque de escaldado las aves pasan por máquinas desplumadoras en forma de dedos las cuales remueven completamente las plumas.

Eviscerado: La evisceración consiste en eliminar del canal la mayor parte de órganos que contiene en sus cavidades, también se elimina la cabeza, el cuello y los tejidos asociados en ese orden. El proceso se realiza de forma mecánica y recibiendo lavados externos. Las partes comestibles obtenidas

como mollejas, corazón y patas se transportan en otro canal con agua hasta la zona de procesamiento de menudencias.

Lavado en tanque de inmersión: Una vez retirados todos los órganos internos del ave, se procede a realizar un lavado final del producto, removiendo la mayor parte de residuos de sangre y grasa; es decir lavado de la carne en canal, interna y externamente con el fin de asegurar la limpieza total, garantizando la tolerancia cero de materia fecal.

Pre-chiller y chiller 1: El producto pasa inicialmente la etapa de pre-chiller donde se realiza un pre-enfriado del producto con agua a una temperatura de 7°C durante un tiempo aproximado de 17 minutos. Posteriormente entra al tanque de chiller 1 por un tiempo de 19 minutos a una temperatura de 2-3°C.

Chiller 2: El agua está a <3°C, para que, cumplido un tiempo de permanencia de unos 57 minutos, las canales salgan del chiller con una temperatura corporal medida en la parte superior de la pechuga (mayor volumen de carne), de 4°C máximo, obteniendo así una temperatura adecuada en el pollo antes de enviarlo al resto del proceso. El agua de enfriamiento se renueva permanente y se sugiere la incorporación a la misma de 30 a 50 ppm de cloro.

Aspersión con CECURE: Reconocido antimicrobiano, cuyo principio de acción es el CPC (cloruro de cetil piridinio), se le aplica por aspersion a la canal en una concentración de 0.23%.

Desprese automático: la línea de desprese está conformado por una serie de equipos que se encargan de realizar los cortes en el pollo, según el tipo de presa definido previamente, en esta línea se tiene una báscula para contar y pesar el pollo y volteadores para colocar el pollo en la posición adecuada.

Marinado presa y escurrido: después del corte respectivo el proceso es marinado donde se aplica la técnica de inyección, es el método más ampliamente utilizado en la industria. Este método permite dosificar una cantidad exacta de salmuera, garantizando una regularidad y uniformidad en el producto. Otro factor a tener en cuenta en esta etapa es el drenaje posterior a la inyecciones tiene que ser el mínimo posible.

Choque de frio en IQF: (IQF) Es la sigla inglesa Individual Quick Freezer, que significa congelación individual rápida. Este mecanismo cuenta con un sistema de enfriamiento de amoniaco. En la parte superior el IQF descarga el

producto pre-enfriado a la banda de alimentación del glaseado. La temperatura interna de la cámara puede alcanzar los -40°C , el recorrido de la presa por los sistemas es de 21 min y se pasan 7100 kg por hora.

Empaque etiquetado y pesaje: primero se realiza una clasificación por presas y se realiza una clasificación del pollo por peso para proceder a realizar un empaque que se realiza de forma manual, en material de plástico.

3.4.7 Principales líneas productoras de carne: La genética avícola en Colombia se ha mejorado para los pollos de engorde y las ponedoras. En la de pollos de engorde, el 95% pertenece a las razas ROSS y COBB.²² Estas razas son de buena conversión alimenticia, alta rusticidad en el manejo y de fácil adaptación a los cambios climáticos, siendo la COBB de más rápido crecimiento que la Ross. Los ciclos de los pollos de engorde son cada vez más cortos, dependiendo del peso al que se quiera sacrificar; hace 20 años era de 90 días y actualmente es de 35 días si es para asaderos, donde requieren pollos de 2.000 gramos, o de 42 días cuando es pollo para despesar, cuyos pesos promedio varía entre 2.330 gramos si es hembra a 2.760 gramos si son machos.²³

3.4.7.1 ROSS: Es una de las variedades más populares a lo largo del mundo. Su reputación se basa en la habilidad del ave de crecer rápidamente con el mínimo consumo de alimento. Entró al país en 1997 siendo un ave criada para producir una buena cantidad de carne a bajo costo con el mínimo consumo de alimento, alcanzando el éxito gracias al énfasis en: ganancia de peso, conversión eficiente de alimento, resistencia a las enfermedades, rendimiento en carne de pechugas y producción de huevo.²⁴

3.4.7.2 COBB: Es una de las razas de pollo de engorde más antiguas de mundo, fue creada por la compañía COBB VANTRESS al comienzo de 1916 en Massachussets. Presenta una mayor capacidad de producir carne con

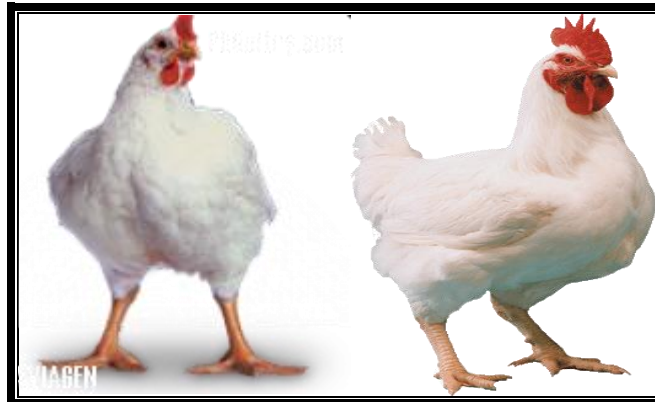
²² FERNANDEZ, Catalina. Genética, un mercado que fortalece al sector avícola En: Agronegocios, núm 101 2014 pp. 16-17.

²³ DIAZ, Aguilera María. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Consultado [febrero 20 de 2018] [en línea] disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf

²⁴ ASTIDAS, Yesid Eduardo. Avicultura: Consultado [marzo 8 del 2018] [en línea] disponible en: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/02/18/la-avicultura-en-colombia-parte1>.

menor consumo de alimento con los productos que se tienen y que son capaces de cumplir con los estándares propuestos y en una amplia gama de ambientes.²⁵

Figura 3. Principales Razas de aves utilizadas en la planta.



ROOS

COBB

Fuente: <http://www.morrishatchery.com/ross.html>.

3.4.8 Microbiota característica de la carne de aves: La carne de aves en general, y la de pollo en particular, pueden ser un vehículo muy importante de microbiota patógena para los humanos. Entre los microorganismos patógenos frecuentemente presentes en carne aviar, se encuentran principalmente: *Salmonella spp*, *Campylobacter spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* y *Bacillus cereus*. Las canales de pollo presentan índices de carga microbiana post sacrificio muy superiores al de otras especies no avícolas. Dado que la piel de las aves sin ningún tipo de tratamiento, y con la presencia de la flora microbiana, puede llegar al producto final.²⁶

3.4.8.1 *Campylobacter spp.*

Descripción General: Las especies del género *Campylobacter spp.* agrupan bacilos Gram negativos curvos, por lo general con forma espiralada de S o curva, que presenta un flagelo único en uno o ambos extremos. Actualmente, el

²⁵ DIAZ, Aguilera María. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Consultado [febrero 20 de 2018] [en línea] disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf

²⁶ DIAZ, Aguilera Maria Op. Cit

género *Campylobacter* comprende 17 especies y seis subespecies, de las cuales las detectadas con más frecuencia en enfermedades humanas son *C. jejuni* (subespecie jejuni) y *C. coli*. En pacientes con enfermedades diarreicas también se han aislado otras especies, como *C. lari* y *C. upsaliensis*, pero son menos frecuentes. Las enfermedades diarreicas son las más frecuentes entre las causadas por los alimentos, con 550 millones de casos anuales, entre ellos 220 millones de niños de menos de 5 años. *Campylobacter* es una de las cuatro principales causas mundiales de enfermedad diarreica.²⁷

Es relativamente frágil y sensible al medio ambiente (concentraciones atmosféricas de oxígeno, deshidratación, calentamiento, desinfectantes, condiciones ácidas). Debido a sus características microaerófilas, sólo requiere de 3 a 5% de oxígeno y de 2 a 10% de dióxido de carbono como condiciones óptimas de crecimiento. Actualmente, este microorganismo es el que tiene mayor asociación con las campilobacteriosis reportadas en los seres humanos; la temperatura ideal de crecimiento oscila entre 37°C y 42°C. *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* son termotolerantes que crecen mejor a 42°C, pero son incapaces de crecer por debajo de 30,5°C por encima de 45°C. En condiciones óptimas su multiplicación es lenta, con tiempos de generación de una hora. Sobreviven mejor en refrigeración (4°C), que a temperatura ambiente (20°C) y hasta 15 veces más tiempo a 2°C que a 20°C, en este sentido las temperaturas de congelación reducen la carga inicial en un ciclo logarítmico para luego extenderse en una reducción gradual durante el almacenamiento que varía en relación al tipo de alimento y temperatura, propiedad que resulta útil para su selección en el aislamiento a partir de fuentes intestinales. No fermentan ni oxidan hidratos de carbono, generando energía a partir de aminoácidos o de intermediarios del ácido tricarbóxico por la vía respiratoria. Si bien poseen catalasa y superóxido dismutasa, estas enzimas son reprimidas por el exceso de peróxido de hidrógeno y por los iones de superóxido que se forman cuando crecen en presencia de concentraciones atmosféricas de oxígeno²⁸.

RESERVORIO Y VÍA DE TRASMISIÓN

El reservorio es el tubo digestivo de un gran número de animales de sangre caliente, principalmente las aves en el que es un microorganismo comensal común del tracto intestinal de los pollos de engorde con niveles hasta de 1010 UFC/g de

²⁷ OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp. Consultado [10 de marzo de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>.

²⁸ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL. Documentos de evaluación de riesgos para la inocuidad de los alimentos 2013..

materia fecal. Se encuentra especialmente en la mucosa de las criptas de los ciegos y cloaca. También está presente en la piel, el buche e hígado, donde está presente como saprofito y también como patógeno entérico ocasional.

La vía fecal-oral, directa o indirecta probablemente sea el principal modo de difusión. La infección tiene lugar como consecuencia de la ingestión de un producto animal originariamente contaminado con heces infectadas. La mayoría de los casos de campilobacteriosis están asociados con la manipulación de pollos crudos o la ingestión de carne de pollo cruda o mal cocido. Muchos pollos son infectados silenciosamente por *Campylobacter spp*, es decir, los pollos son infectados, pero no muestran signos de enfermedad, raramente se presenta enfermedad, puede propagarse fácilmente de un ave a otra a través de una fuente común de agua o mediante contactos con heces infectadas. Cuando se sacrifica un ave infectada, puede transferirse de los intestinos a la carne y al ambiente y, en consecuencia, casi todas las canales que se encuentran almacenadas estarán contaminadas²⁹. Un caso de Brote de *Campylobacter jejuni* asociado con consumo de mousse de hígado de pollo sin cocinar en un restaurante en el Condado de Clark, Washington, en el 2016 en donde se identificaron cinco casos (tres confirmados y dos probables), después de cultivar *Campylobacter jejuni* a partir de muestras de heces enviadas por tres enfermos miembros del comedor, un caso confirmado se definió como evidencia de infección por *C. jejuni*. Entre los brotes de *C. jejuni* publicados asociados con hígados de pollo poco cocidos, este informe de brotes es el segundo del Pacífico Noroeste y el primero en los Estados Unidos reportado inicialmente a través de un sistema de quejas por enfermedades causando diarrea (a menudo con sangre), fiebre y calambres abdominales. La diarrea puede estar acompañada de náuseas y vómitos.³⁰

3.4.8.2 *Salmonella spp*

Descripción General: El género *Salmonella* es representativo de la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos Gram negativos que no forman esporas, anaeróbicas facultativas que se caracterizan por ser oxidasas negativas, mayoritariamente son bacterias móviles por la presencia de abundantes flagelos

²⁹ MALBRÁN, Carlos. Manual de procedimientos, *Campylobacter* Buenos Aires: Subsecretaría de Investigación y Tecnología. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. 2001

³⁰ GLASHOWER, Derel; SNYDER, Jennifer; WELCH Diane; MCCARTHY, Shannon; Outbreak of *Campylobacter jejuni* Associated with Consuming Undercooked Chicken Liver Mousse — Clark County, Washington. 2016. Weekly / September 29, 2017 / 66(38);1027.

perítricos. Las cepas de este género pueden desarrollarse en un amplio rango de temperatura que oscila entre los 7°C y 48°C, presentan un pH de crecimiento óptimo entre 4 y 8 y se desarrollan en ambientes con una actividad de agua de 0,93 y en este género en particular presentan tres tipos de antígenos: somático O, flagelar H y capsular Vi, cuyas propiedades de aglutinación se emplean para diferenciar a más de 2500 serotipos³¹. Cada año se aumentan nuevos serotipos a la lista de Kauffmann–White. El género *Salmonella* consta de sólo dos especies, *Salmonella bongori* y *Salmonella enterica*, esta última se divide en seis subespecies: entericae, salamae, arizonae, aiarizonae, aoutenae e indica los serotipos de la subespecie entericae causan 99% de las salmonelosis en humanos y animales superiores. Para fines prácticos de diagnóstico y epidemiología, la nomenclatura se basa en los nombres de los serotipos de la subespecie, por ejemplo, *Salmonella enterica*, subespecie entericae, serotipo Enteritidis, se abrevia como *Salmonella* Enteritidis³². Los diversos serotipos tienen diferentes grados de adaptación y patogenicidad para los humanos y las especies animales; por ejemplo, *Salmonella entérica* serotipo Typhi y *Salmonella entérica* serotipo Paratyphi causan enfermedades severas en humanos, conocidas como síndrome septicémico y fiebre tifoidea, pero estos serotipos no son patógenos para los animales. Asimismo, los serotipos *Salmonella* Gallinarum y *Salmonella* Abortus–ovis son, respectivamente, causantes de la tifoidea aviar y de abortos infecciosos en las ovejas, pero sólo ocasionalmente producen infecciones leves o asintomáticas en humanos. Existen, sin embargo, serotipos como *Salmonella* Choleraesuis que causa enfermedad severa en su principal portador, que es el cerdo, pero también puede causar enfermedad sistémica grave en humanos. Los serotipos *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium infectan tanto a humanos como a animales, pero en éstos, principalmente en los pollos, producen infecciones asintomáticas³³.

RESERVORIO Y VIA DE TRANSMISIÓN

³¹ OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD Salmonelosis- Estados Unidos de América: Consultado el [26 de Febrero de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/csr/don/26-February-2018-salmonellosis-usa/es/>

³² CASTILLO, Adriana del Carmen; MARTINEZ, Leopoldo Henri; CALDERON, Norma Leticia. Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo En: Scielo Vol. 39 No. 1. 2008

³³ CASTILLO, Adriana del Carmen; MARTINEZ, Leopoldo Henri; CALDERON, Norma Leticia. Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo En: Scielo Vol. 39 No. 1. E-Journal, UNAM. 2008.

Se sabe que el pollo y el cerdo son los principales reservorios de *Salmonella* spp. Como lo constata un reporte sobre Brote multiestatal de infecciones por *Salmonella* Typhimurium asociado a consumo de ensalada de pollo. Ocho estados en los EE.UU reportaron 265 personas infectadas por las cepas de *Salmonella* Typhimurium ocasionando fiebre, diarrea y cólicos abdominales en las personas que la padecen.³⁴ La carne de pollo y otros tipos de carne (res y pavo) provenientes de animales infectados son un importante vehículo de salmonelosis. Otros alimentos de origen animal, como los huevos, también son vehículo de transmisión, así como algunos alimentos como frutas y vegetales. *Salmonella* spp es transmitida principalmente a los humanos por el consumo de alimentos contaminados se estima corresponde al 90-95% de los casos de salmonelosis; no obstante, otras vías de transmisión incluyen: contacto con personas infectadas y los animales infectados³⁵.

El género *Salmonella* spp está ampliamente distribuido en el medio ambiente, pero solo unas especies o serotipos presentan especificidad de hospedador, a través de alimentos como la carne especialmente la de pollo, constituye un gran reservorio para este microorganismo. Las fuentes de infección suelen ser otros animales portadores infectados, pero también otros mamíferos, aves, roedores, insectos, el hombre, el agua o el alimento contaminado y el ambiente de la granja (heces, polvo, equipos, suelos mal desinfectados, etc.). La principal puerta de entrada de *Salmonella* spp. es la vía oral, por contacto con heces de animales infectados. Resistente al pH del estómago, sales biliares y peristaltismo, coloniza el intestino delgado e invade los ganglios linfáticos mesentéricos, provocando una infección localizada. *Salmonella* spp. evade las defensas intracelulares de las células intestinales sin ser destruida y comienza a dividirse dentro de la célula.

Posteriormente, pasa a la sangre y produce una infección sistémica, multiplicándose en macrófagos, y localizándose en hígado, bazo, médula ósea, etc. Se elimina por las heces, y se multiplica en el ambiente, donde es muy

³⁴ CDC, Centros para el control y la prevención de enfermedades. Brote multiestatal de infecciones por *Salmonella* Typhimurium asociado a la ensalada de pollo. 11 de abril de 2018. Triple T Specialty Meats, Inc.

³⁵ OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp: Consultado [10 de marzo de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>

resistente. En caso de entrada por vía aerógena, se produce una invasión en las amígdalas y los pulmones³⁶.

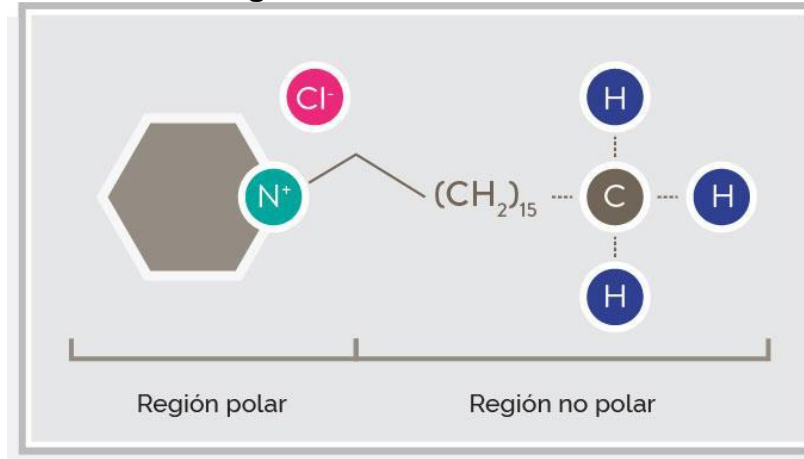
3.4.9 DESINFECTANTE ANTIMICROBIANO CECURE (Cloruro de cetil piridinio - CPC).

Es una solución antimicrobiana patentada, que contiene como ingrediente activo el Cloruro de Cetilpiridinio (CPC), el cual reduce significativamente y, en algunos casos puede eliminar, un amplio espectro de microorganismos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Escherichia coli* (incluyendo O157:H7) y coliformes totales. Está aprobada por la FDA y la USDA, ya que su acción bactericida ha demostrado prolongar significativamente la vida útil de sus productos. Es una de las soluciones antimicrobianas más eficaces en el mercado hoy en día, garantizando que los alimentos sean seguros para los consumidores. El cloruro de cetilpiridinio es un compuesto de amonio cuaternario catiónico utilizado como medida profiláctica en algunos tipos de enjuagues bucales y pastas de dientes, pastillas y aerosoles para las vías superiores (garganta y vías nasales) etc; su uso paso a las avícolas como desinfectante de canales ya sea en etapas de pre-chiller (tanque de pre enfriado del producto con temperatura de 7 °C) o post-chiller (después del chiller 2 o tanque final de enfriamiento y descontaminación, aquí la canal yace con una temperatura menor a los 4°C y la etapa post seria desprese) como es el caso. Es un antiséptico que elimina bacterias y otros microorganismos con un amplio espectro de acción frente a Gram positivas y Gram negativas, virus y hongos; entre sus ventajas destacan el hecho de no ser oxidativo, ni reactivo y tiene un pH neutro, no presenta ningún problema de seguridad para los trabajadores de la planta ni interfiere con el entorno de la planta. Es usado para tratar las superficies internas y externas de las canales. Puede ser aplicado mediante sistemas de aspersion o inmersión, y su bajo nivel corrosivo no representa riesgo para equipos ni instalaciones. El (CPC) es un compuesto de amonio cuaternario que posee naturaleza mono catiónica indicando que las regiones polares y no polares de la molécula lo lleven a actuar como un surfactante catiónico con carga positiva neta. Las moléculas de CPC se unen a la superficie cargada negativamente de la membrana celular bacteriana. La región no polar de la molécula, que tiene características similares a los fosfolípidos de membrana, penetra en la membrana celular de las bacterias alterando y

³⁶ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Temas de salud. Salmonelosis. Enfermedades transmitidas por alimentos. Consultado [18 de junio de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/topics/salmonella/es/>.

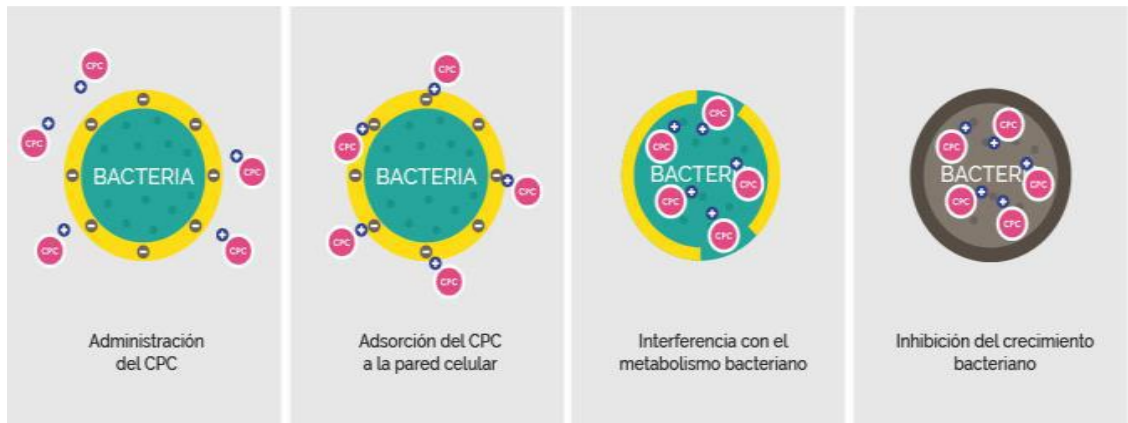
generando así un desequilibrio en la regulación osmótica, que ocasiona la pérdida del material citoplasmático y finalmente muerte celular.³⁷

Figura 4. Molécula de CPC



Fuente: (Fórmula Perio•Aid®)

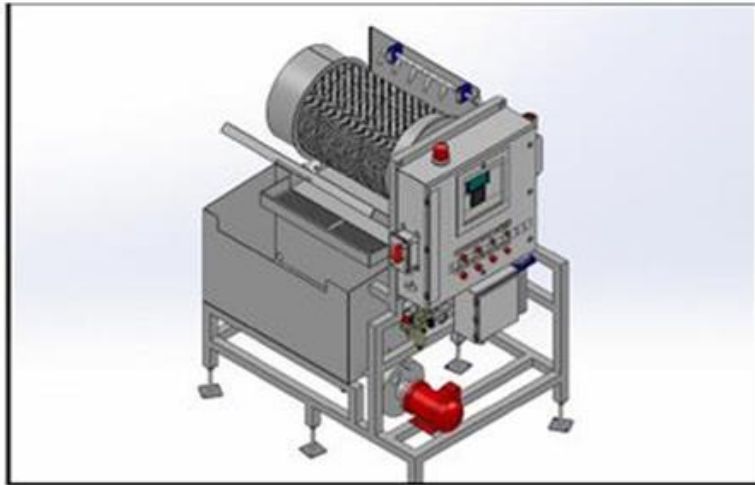
Figura 5. Mecanismos de acción del Cloruro de cetilpiridinio.



Fuente: (Fórmula Perio•Aid®)

Figura 6. Equipo Cecure.

³⁷ SANCHEZ, Marcos. Intervenciones químicas en el procesamiento avícola. 2008. The Food consortium. Facultad de ciencias avícolas. Texas A&M UNIVERSITY.



Fuente: <https://www.google.com>. Cecure&source.

El equipo se encarga de mezclar el CPC con agua y antiespumante (Nofoam 5910 Kosher grade defoamer) cada 35 segundos para mantener la concentración del antiséptico entre 0.21 a 0.23 %; es necesario que se realice una titulación con 1 cm de la solución para determinar la concentración cada hora y aumentar o disminuir el tiempo de preparación según sea necesario dependiendo si esta se encuentra elevada o disminuida y así tener un óptimo funcionamiento en el proceso; la titulación se lleva a cabo con el QAC INDICATOR SOLUTION compuesto por Naranja de Metilo al 0.1% y Azul de Bromo fenol >0.1% y el QAC TITRATION SOLUTION compuesto de Sodio tetraphenylboron al 0.5% como titulante, virando a un tono de verde a marrón oscuro.

3.4.10 SimPlate

Utiliza la tecnología patentada de detección binaria y una formulación patentada de medios cromogénicos para proporcionar resultados cuantitativos para las especies termofílicas de *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*; se basa en una reducción bioquímica, el crecimiento del microorganismo reduce la resazurina azul a resazurina rosa y/o dihidroresazurina incolora, dando colores de azul a rosa, a rojo e incluso café para los pocillos positivos. Es una prueba rápida presuntiva que permite contabilizar el número de organismos viables. Esta prueba no requiere preparación de medios de cultivo y cuenta con ventajas únicas para la

siembra, lectura y cuantificación de los microorganismos objetivo. Los resultados se obtienen en 48 horas.³⁸

Figura 7. Placa de Simplate con 6 pocillos presuntivos para *Campylobacter* spp. Es necesario aplicar la fluorescencia para confirmar, (pocillos fluorescentes son negativos para *Campylobacter*).



Fuente: Autor.

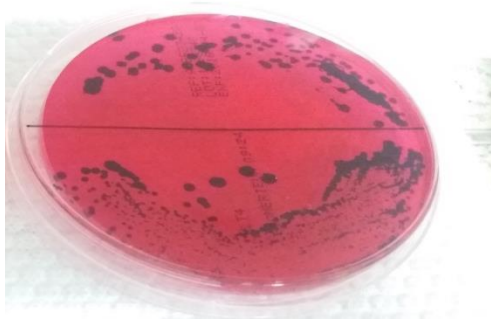
3.4.11 Agar XLT4

Este medio fue desarrollado en 1990 por Miller y Tate como modificación del agar XLD para el aislamiento de especies de *Salmonella* no tifoideas en muestras procedentes de granjas avícolas. La sustitución del desoxicolato por el tensioactivo aniónico Tergitol® 4 proporciona una mayor selectividad, inhibiendo la mayoría de cepas de *Proteus*, *Providencia* y *Pseudomonas* de la microbiota acompañante; las características diferenciales y diagnósticas del medio de cultivo se basan en el uso de tres sistemas indicadores simultáneos: la utilización de xilosa, lactosa y sacarosa indicadas por el rojo de fenol, que también permite

³⁸ SIMPLATE QUANTITATIVE METHOD FOR: Total Plate Count Yeast & Mold Coliforms/E. coli Campylobacter Enterobacteriaceae. (2005). Biocontrolsys.com. Retrieved 28 February 2018, disponible en: <http://www.biocontrolsys.com/assets/uploads/files/Simplat%20Brochure%202013.pdf>

reconocer la descarboxilación de la lisina y en tercer lugar la producción de H₂S a partir del tiosulfato que se manifiesta con el precipitado negro del sulfuro férrico.³⁹

Figura 8. Agar XIT4: Se observa presencia de colonias presuntivas para *Salmonella* spp. presencia de H₂S en el medio propio de esta bacteria.



Fuente Autor.

3.4.12 Detección Molecular 3M

El Sistema 3M™ de Detección Molecular utiliza múltiples iniciadores específicos que tienen como objetivo distintas regiones del genoma, combinados con una detección en tiempo real de la amplificación, para brindar resultados específicos y sensibles. Una continua amplificación por una polimerasa de ADN de alta fidelidad única hace que el sistema sea menos propenso a la interferencia de la matriz. Esto se diseñó para ayudar a repetir las pruebas con menor frecuencia y a tomar decisiones esenciales más rápidamente, realiza una detección rápida de patógenos en muestras ambientales enriquecidas de procesamientos de alimentos, a través del uso de la amplificación isotérmica y de la bioluminiscencia.⁴⁰

³⁹ Scharlau Microbiology - Ficha de Datos Técnicos-AGAR BASE XLT4. (2012). Annardx.com. Retrieved 28 February 2018, disponible en: <http://www.annardx.com/productos/images/productos/industria/microbiologiaindustrial/01708500.pdf>

⁴⁰ 3M-Molecular-Detection-System-Usermanual-spanish-latin-america.pdf. (2011). Multimedia.3M. Retrieved 28 February 2018, from <http://multimedia.3m.com/mws/media/8000>.

Figura 9. Equipo y kits de Detección Molecular 3M 9 (3m2011).



4. METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO DE ESTUDIO

El siguiente estudio se basó en la determinación y cuantificación de *Salmonella sp* y *Campylobacter sp* en tres etapas del proceso de beneficio de aves (Salida chiller, Intervención antimicrobiano Cecure y Salida Túnel), para evaluar la eficacia del Desinfectante (cloruro de cetil-piridinio) y la prevalencia de dichos microorganismos. Por cada etapa se analizaron 3 muestras tomando como referencia metodologías empleadas en la empresa para la toma y análisis de las mismas. Posteriormente los datos correspondientes a los recuentos obtenidos del análisis cuantitativo fueron transformados a Log₁₀ para el análisis estadístico; (Ver Tablas 10 y 12), se les realizó un estudio de medias para cada etapa del muestreo como lo representó la tablas 7, además se determinó las diferencias entre las medias de las distintas etapas y se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) representado en la tabla 8.

4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la planta de beneficio de Avidesa Mac Pollo S.A en la ciudad de Bucaramanga. Desarrollándose en las etapas de salida chiller, después del Cecure y salida túnel; tomando muestreos al azar dos veces por semana, en cada etapa. El muestreo se realizó a aves provenientes directamente de granjas proveedoras, las especies animales diferían en peso, tamaño, sexo y edad, sin embargo estos parámetros no se tuvieron en cuenta solo se buscaba que fueran provenientes de la misma granja y el mismo lote.

Posteriormente se realizaron los análisis y recuentos microbianos para *Salmonella sp* realizando una cuantificación del número total de células viables utilizando la técnica de número más probable miniaturizada⁴¹. Los procedimientos de aislamiento e identificación se realizaron en el laboratorio de patología aviar “Héctor Fidel Loaiza”, perteneciente a la empresa.

4.3 FRECUENCIA Y TOMA DEL MUESTREO.

El muestreo se desarrolló entre los meses de febrero y mayo del presente año, las muestras se recolectaron de pollo entero y presa de pechuga, mediante el método de enjuague. Las muestras se recogieron 2 veces por semana, los días lunes y miércoles durante 11 semanas, para un total de 18 muestreos. Es importante aclarar que en cada muestreo diario se tomaron 18 muestras en total donde se tomaron 6 muestras en cada área. A las cuales se les realizaron método de enjuague a cada una como se observa en la tabla.

Tabla 5. Distribución y número de muestras tomadas para cada etapa del proceso de beneficio.

Etapa	Numero de muestras recogidas
Salida-Chiller	6
Después de Intervención Antimicrobiano Cecure (CDC)	6
Salida Túnel	6
Total	18

Fuente Autor.

4.4 TOMA DE MUESTRAS POR MÉTODO DE ENJUAGUE.

La toma de muestra por enjuague se realizó para determinar la presencia de *Salmonella spp.* y *Campylobacter spp.* en las etapas post-chiller. El muestreo para recuento microbiano se realizó a partir de pollo entero en 2 etapas (salida chiller e intervención antimicrobiano CDC) tomándolos al azar, en cada punto de la cadena de muestreo establecido, y en la salida túnel solo se tomó la presa pechuga (por su alto contenido nutricional y proteico 22.2% de proteína en comparación con el resto de presas en el ave) como referencia de muestreo; inmediatamente después de la recolección, se procedió a abrir la bolsa estéril cuidando de no contaminar su interior, con las manos enguantadas y desinfectadas se tomó el pollo o presa seleccionado y se

⁴¹ BERNAL Amado, DC. 2015. Implementación del método de número más probable miniaturizado para la determinación cuantitativa de *Salmonella spp* log base 10, en el proceso de beneficio de aves de corral en Avidesa Mac Pollo S.A

colocó en el interior de la bolsa, se procedió a adicionar 400ml para pollo entero y 150ml para presa de agua peptona tamponada ISO estéril tomando firmemente la parte superior de la bolsa y manteniéndola bien cerrada se enjuagaron las muestras mediante movimiento de vaivén, invirtiendo la bolsa al menos 30 veces durante 1 minuto. Se retiró el pollo o la presa, se selló la bolsa y se colocó en una cava con hielo para ser trasladado al laboratorio, manteniéndolas a una temperatura de 4 a 8°C.

Tabla 6. Etapa de muestreo tomadas, tipo de muestra y cantidad de agua peptona tamponada ISO (ml) para cada enjuague.

Etapa de muestreo	Tipo de muestra	Medio para enjuague
Salida- Chiller	Pollo entero	400 ml
Después intervención antimicrobiano Cecure	Pollo entero	400 ml
Salida Túnel	Pechuga	150 ml

Fuente Autor.

El pollo entero en el canal constituye un 100%, por tanto para el muestreo de presas se dan por porcentajes de acuerdo a la presa a muestrear y como se considere en el pollo entero; en el caso de la pechuga está considerada como presa representativa de muestreo en el pollo por presas ya que se toma como un 37.5% como constituyente del pollo entero en el canal.

4.5 AISLAMIENTO DE *Salmonella* spp.

El aislamiento de *Salmonella* spp. fue realizado según los procedimientos de laboratorio establecidos en la norma ISO 6579; 2002 “Instructivo técnico para la detección de *Salmonella* spp.”. Los métodos para su detección en alimentos están basados en que generalmente su presencia está en un menor número que el de la flora acompañante que es muy diversa, por lo que es necesario hacer una recuperación de células de este microorganismo.

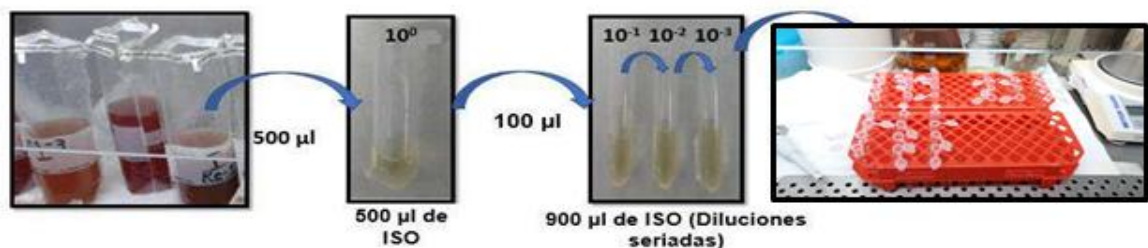
- **Pre- enriquecimiento no selectivo**

Esta etapa de pre-enriquecimiento se realizó con el fin de lograr una recuperación de células vivas de *Salmonella* spp. El agua peptonada tamponada ISO con un pH de 7.2 reduce los tiempos de enriquecimiento proporcionando un tiempo más rápido para lograr resultados con mejora del crecimiento y recuperación del microorganismo.

De cada una de las bolsas con los enjuagues se tomaron 500 µl de la muestra y se inocularon en un tubo eppendorf con 500 µl de ISO, obteniendo la dilución madre o 10^0 ; a partir de este se realizaron diluciones decimales seriadas (100:900 µl) a una dilución máxima 10^{-3} .

Una vez terminadas las diluciones se inoculó en placas de Elisa por triplicado 100µl de cada una de las diluciones, 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , y 10^{-3} ; es decir A1 a A3, cada dilución en una fila posterior (ejemplo 10^0 en la fila A1-A3, 10^{-1} en la fila B1-B3) y así sucesivamente. La placa se cubre con una película de plástico (parafilm) y se incuba a 37°C por 24 horas.

Figura 10. Área, Enjuague y diluciones decimales seriadas en agua peptona tamponada ISO de 10^0 a 10^{-3} , para pre-enriquecimiento no selectivo.



Fuente Autor

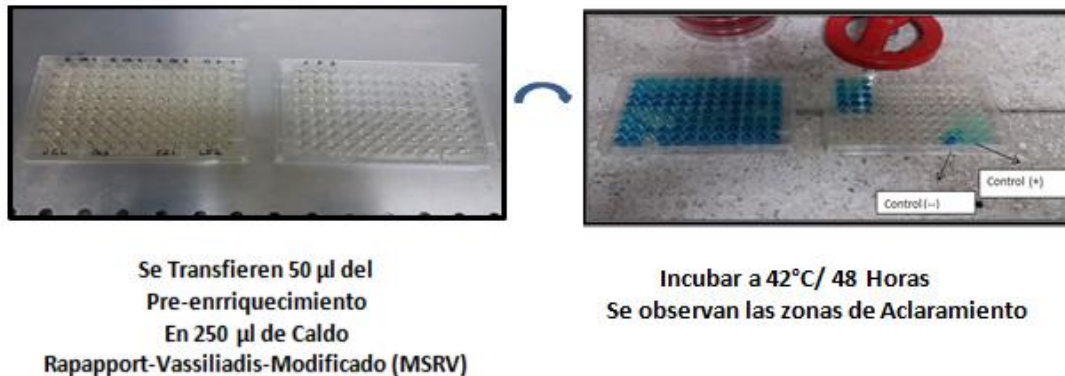
Figura 11. Diluciones decimales seriadas con Agua peptona tamponada ISO de 10^0 a 10^{-3} , para pre- enriquecimiento no selectivo.



Fuente Autor.

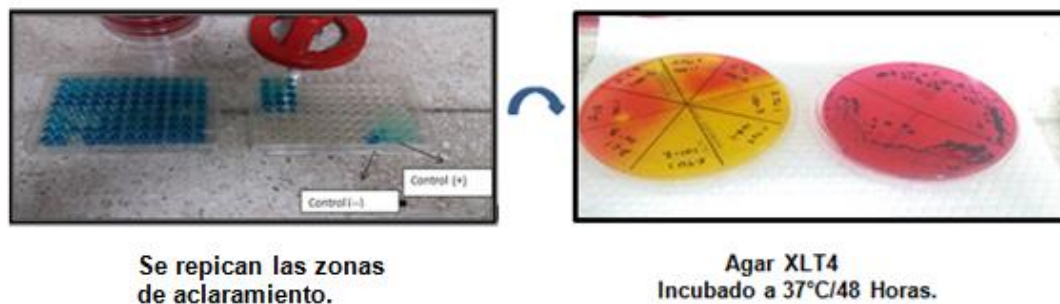
Transcurrido el tiempo de incubación de las placas con medio ISO y muestra, de manera rápida se procede a preparar otro medio selectivo para *Salmonella* por el método del Numero Más Probable explicado en la Norma ISO 6579: 2002, Rappaport (Este medio es utilizado para el enriquecimiento de los microorganismos pertenecientes al género *Salmonella*, provenientes de diferentes tipos de muestras; el bajo pH del medio de cultivo combinado con la presencia de verde malaquita y la alta concentración de cloruro de magnesio, que incrementa la presión osmótica, tiene carácter selectivo para las especies de *Salmonella*), a la semana se preparó 100 ml de Rappaport para inocular las 18 muestras de la semana, se desionizó y esterilizó 100 ml de agua y se inoculó con 4.18 gramos de rappaport, 0.004 gr de Novobiocina y finalmente 0.205 gr de agar motilidad; el agar una vez preparado se agregó a dos placas estériles de Elisa 250 µl por pozo y enseguida se adicionó 50 µl de muestra de cada uno de los pozos provenientes de las placas de medio ISO, se inoculó pozo a pozo y se selló con papel parafilm llevándolas a incubar a 42 °C por 48 horas. Una vez transcurrida la incubación los pozos aclarados eran presuntivos para *Salmonella* y estos se repicaron en agar XLT4 el cual se llevó a incubar a una temperatura de 37°C por 48 horas.

Figura 12. Diluciones decimales seriadas para Enriquecimiento en medio selectivo (caldo rappaport-vassiliadis modificado (MSRV).



Fuente Autor.

Figura 13. Aislamiento Primario en Medio selectivo y Diferencial XLT4.



Fuente Autor.

4.6 Detección de *Salmonella* spp.

Una vez transcurrido el tiempo de incubación del agar XLT4, se inoculó en 9 ml de medio ISO para detección molecular aquellas colonias productoras de H₂S presuntivas para *Salmonella* spp, y se llevaron a incubar a 37°C por 24 horas. Finalmente se tomaron 20µl de este medio enriquecido con las colonias presuntivas y se agregaron a los tubos de lisis los cuales se incubaron por 15' a 100°C en la plancha, el tubo viró del tono rosa al amarillo, se removió y se pasó a la plancha de enfriamiento donde se dejó enfriar y reposar por 5' de 20 a 25 °C en este punto los tubos volvieron a retomar su color rosado inicial; posteriormente se tomaron 20µl de dichos tubos y se inocularon en los tubos del kit con los primer, se montó un control negativo solo con 20µl del medio estéril ISO y un control

positivo que trae el kit; los pocillos con los primer y la muestra se pasaron a unas placas negras y estas al equipo donde fueron corridas como se observa en la figura 14.⁴²

Figura 14. Detección molecular.



Fuente: 3m-molecular-detection-system-user-manual-spanish-latin-america.pdf. (2011)

4.7 Detección de *Campylobacter sp.*

Para la determinación de *Campylobacter sp.* se llevó a cabo con el método SimPlate ya explicado anteriormente; el semestre pasado Peñuela, María⁴³, trabajó con esta metodología analizando áreas de matanza (granjas) y desprese para evaluar la eficacia del Cloruro de Cetilpiridinio para ello se resuspendió 9.9 ml del medio y 100 µl de muestra pero debido a una discreta demostración de resultados se decidió aumentar el volumen de muestra para este semestre llevando a cabo una dilución (1:10) 9.0 ml de agua desionizada junto con 1 ml de muestra, a su vez a todas las preparaciones se les agrego 25µl de Rifampicina y 40µl de hemina, y se llevó a incubar a 42°C por 48 horas⁴⁴.

⁴² 3M™ Molecular Detection Assay 2 – Salmonella Designated [en línea] disponible en: <http://eoma.aoac.org/>

⁴³ PEÑUELA, María. 2017. CUANTIFICACION DE *Salmonella spp* o *Campylobacter spp* EN AREAS DE MATANZA (GRANJAS) Y DESPRESE; PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL CLORURO DE CETILPIRIDINIO (CECURE) EN EL PROCESO DE BENEFICIADO DE UNA AVICOLA. Bucaramanga, Santander.

⁴⁴ N. J. STERN¹* AND M. C. ROBACH², Enumeration of *Campylobacter spp.* in Broiler Feces and in Corresponding Processed Carcasses. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Poultry Microbiological Safety Research Unit, Russell Research Center, 950 College Station Road, Athens, Georgia, 30605; and 2Wayne Farms LLC, 4110 Continental Drive, Oakwood, Georgia 30566, USA. Journal of Food Protection, Vol. 66, No. 9, 2003, Pages 1557–1563.

Figura 15. Preparación del SimPlate e incubación.



Fuente: Autor

Preparación de Aditivos *Campylobacter*-CI SimPlate

- **Aditivo de rifampicina:**

Añadir 0,25 g de rifampicina lentamente en 70 mL de etanol, agitar rápidamente. El polvo no puede disolverse hasta la adición de agua. Añadir agua estéril desionizada hasta un volumen final de 100 mL y continuar agitando hasta que el polvo se disuelva por completo. Almacenar hasta 1 año a -20 ° C.

- **Aditivo de hemina**

Añadir 10 mL de una solución de NaOH 1N a 90 mL de agua desionizada. Añadir 0,5 g de hemina al líquido y mezclar hasta que el polvo esté completamente disuelto. Filtrar con un filtro estéril. Alternativamente, la solución puede autoclavarse durante 15 minutos a 121 ° C. Almacenar hasta 3 meses a 4 ° C.

Figura 16. Aditivos *Campylobacter*-CI SimPlate y como quedaron preparados en frascos ámbar en el laboratorio de patología aviar de Avidesa-Mac pollo.



Fuente Autor.

Figura 17. Kit SimPlates



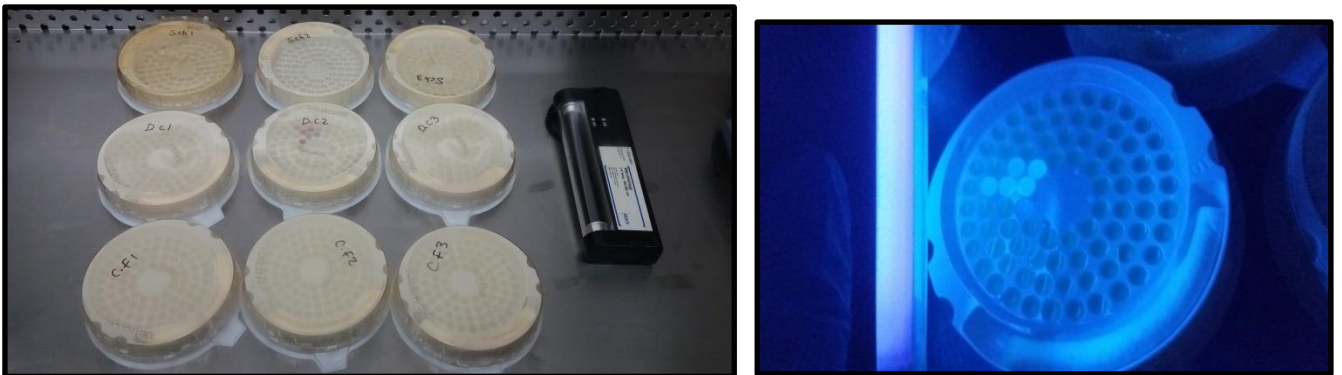
Fuente: Autor

El kit cuenta con 100 discos y 100 tubos de 10 ml con medios liofilizados; también trae consigo la hemina y la rifampicina para la preparación de los aditivos.

El 19 de febrero de 2018 se comenzaron a procesar las muestras para detección de *Campylobacter* spp. con método SimPlate con un total de 16 muestreos hasta el mes de mayo, para cada uno se empleó 9 tubos por muestra a los cuales se les adicionó (Agua desionizada, Rifampicina, Hemina y por último la muestra) en ese mismo orden, realizando por último un pequeño vórtex. Posteriormente se depositó en las cajas SimPlate los 10 ml preparados verificando que cada pozo quedara completamente lleno y la esponja humedecida para así llevar a incubar a 42°C/48 horas.

Por otra parte para la lectura se cuentan los pozos rojos presuntivos para *Campylobacter* a estos se les aplica luz UV, y los que no den fluorescencia serán positivos para este microorganismo. Este número se revisa en la tabla de conversión SimPlate del NMP (ver anexo 1) y se multiplica la población por el factor de dilución para determinar la cantidad de organismos totales.

Figura 18. Resultados y lectura de las placas Simplate; lectura con luz-UV



Fuente: Autor

4.8. Calidad e inocuidad del producto basado en la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp.

Una vez obtenidos los valores de presencia de *Salmonella* spp. En cada etapa del proceso se realizó la comparación con las normas legales estandarizadas de funcionamiento que se explican en la tabla 3. Por otra parte en el caso de *Campylobacter* spp. no hay normativa que permita comparar los resultados obtenidos sin embargo se analizó la prevalencia de este microorganismo en cada una de las etapas.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																													
No	Mes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividades																													
1	Inicio de Practicas																												
2	Desarrollo de pruebas de control y calidad en el laboratorio.																												
3	Selección del tema del proyecto																												
4	Ensayos preliminares y preparación del material de muestreo.																												
5	Inicio del proyecto de pasantía																												
6	Identificación de puntos de muestreo y reconocimiento de la planta de beneficio																												
7	Revisión Bibliográfica																												
8	Muestreos en cada una de las etapas																												
9	Entrega primer avance																												
10	Informe de Resultados																												
11	Entrega segundo avance																												
12	Entrega tercer avance																												
13	Entrega del informe para revisión en la empresa.																												
14	Entrega trabajo final.																												
15	Sustentación																												

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Patógenos como *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. son comensales del tracto digestivo de muchos mamíferos especialmente de las aves.

Es por esto que se van a presentar como contaminantes durante las operaciones de sacrificio de las aves, con casos de contaminación cruzada por aves infectadas y otras que no lo están, ya que por la manipulación van a existir ruptura de vísceras, siendo de importancia inicial la contaminación de la piel, con la propagación a la carne durante etapas como el eviscerado, desprese, entre otras, lo que provoca una proliferación con contaminación cruzada de patógenos en canales que son inocuas⁴⁵, por consiguiente la carne y vísceras de pollo son las responsables de numerosas enfermedades transmitidas por alimentos. Con factores que van de la mano en el estado inicial del ave en el proceso de beneficio y durante este, así como la adecuada limpieza y desinfección de las granjas como las plantas de beneficio, siendo factores de importancia en la prevención de riesgo para la contaminación cruzada de las canales de pollo.

6.1. TRATAMIENTO DE DATOS PARA *Salmonella* spp.

Presencia de *Salmonella* spp. por etapa de muestreo.

A continuación se muestra el promedio de los resultados obtenidos del análisis microbiológico para la detección de *Salmonella* spp. del total de muestras analizadas por etapa, (3 etapas) en las áreas post-Chiller. Los resultados se encuentran expresados en Log₁₀ ufc/ml. para cada etapa en cada fecha.

⁴⁵ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL Documentos de evaluación de riesgos para la inocuidad de los alimentos 2013

Tabla 7. Resultado promedio total del muestreo (Log10 ufc/ml) para cada etapa de los procesos post-chiller en 18 fechas diferentes.

Fecha	Salida Chiller NMP/ml	Después Cecure NMP/ml	Salida túnel NMP/ml
Feb-12-18	0.30	0.30	0.30
Feb-14-18	0.30	0.30	0.30
Feb-19-18	0.30	0.30	0.30
Feb-21-18	0.30	0.30	0.30
Feb-28-18	0.30	0.30	0.30
Mar-07-18	0.30	0.30	0.30
Mar-14-18	1.15	0.30	0.56
Mar-21-18	1.15	1.06	1.15
Abril-02-18	0.56	0.49	0.49
Abril-04-18	0.38	0.30	0.31
Abril-09-18	0.38	0.30	0.30
Abril-11-18	0.30	0.30	0.30
Abril-16-18	0.30	0.30	0.30
Abril-18-18	0.30	0.30	0.30
Abril-23-18	0.30	0.30	0.30
Abril-25-18	0.30	0.30	0.30
May-02-18	0.30	0.30	0.30
May-07-18	0.30	0.30	0.30

Tabla 8. Resultados de la estadística descriptiva por etapas para los recuentos en Log10 del crecimiento de *Salmonella* spp.

Etapas	Salida Chiller	Cecure	Cuarto Frio
N	54	54	54
Media	0.41791	0.35370	0.37339
Desviación estándar	0.27227	0.18263	0.20623
Varianza	0.07413	0.03335	0.04253

n: número de muestras analizadas por etapa.

Como se observa en la tabla 8, la media permite determinar cuál de los recuentos tiene mayor concentración de *Salmonella* spp. Dando como resultado que en la etapa de salida chiller se presenta mayor prevalencia de este microorganismo.

Al aplicar la desviación estándar para cada una de las etapas, la que presenta mayor variabilidad en los recuentos es también la de salida chiller como lo confirman los resultados de varianza.

Tabla 9. Análisis de varianza de un solo factor (etapas del proceso) para *Salmonella* spp.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.038952769	2	0.019476384	0.38949286	0.679397974	3.178799292
Dentro de los grupos	2.550228011	51	0.050004471			
Total	2.58918078	53				

El objetivo de este análisis de varianza de un solo factor, fue comparar las medias poblacionales de más de dos tratamientos o etapas; en este caso 3 etapas del proceso (Salida chiller, Intervención antimicrobiano Cecure y salida túnel). La significancia especificada para el análisis de varianza se estableció en un 0.05 (5%). De este modo, desde el punto de vista estadístico, la hipótesis fundamental que se requirió probar (teniendo en cuenta que se están comparando 3 etapas) fue la siguiente:

- **Hipótesis Nula:** No existen diferencias significativas entre las medias de los recuentos en las diferentes etapas, con 95% de confiabilidad.
- **Hipótesis Alterna:** Al menos en una de las etapas hay diferencias significativas en las medias de los recuentos, con 95% de confiabilidad.

Con la hipótesis anterior se quiso decidir si entre las etapas hay diferencias estadísticas significativas en cuanto a sus medias, frente a la alternativa de que al menos dos de ellos son diferentes. Para el caso de este análisis, como el valor P (probabilidad) es $>0,05$ (donde 0,05 es la significancia especificada), se rechazó la hipótesis alterna y se aceptó la hipótesis nula en la cual no existen diferencias significativas entre las medias de los recuentos en las diferentes etapas.

Como se observa en la tabla 10, en el estudio se analizó un total de 162 muestras, donde 54 muestras fueron tomadas por cada etapa, en las 3 etapas post-chiller mencionadas anteriormente, de las cuales 12 (7,41%) de ellas fueron positivas para *Salmonella* spp. confirmadas en el equipo y 150 (92,59) presentaron una ausencia total de crecimiento. En la siguiente tabla (Tabla 10) se resumen los resultados obtenidos en los cuales estuvo presente *Salmonella* spp.

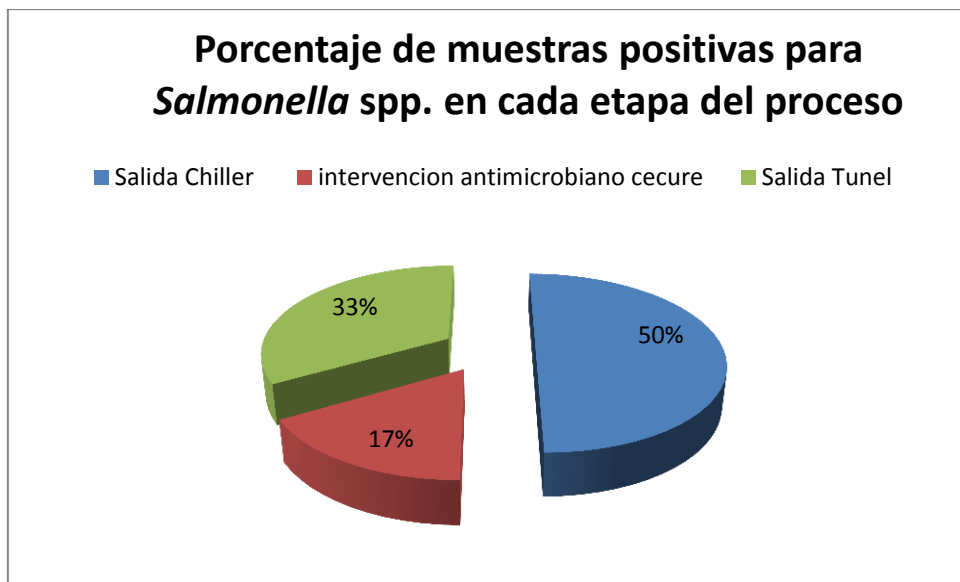
Tabla10. Porcentaje de prevalencia de *Salmonella* spp. durante las etapas post-chiller del proceso de beneficio.

Etapas analizadas	Total de muestras analizadas	Presencia de <i>Salmonella</i> spp.	
		Total de muestras positivas	% De muestras positivas
Salida Chiller	54	6	11.11
Intervención antimicrobiano Cecure	54	2	3.70
Salida Túnel	54	4	7.41
Total Número de Muestras	162	12	7.41

Al tener en cuenta los porcentajes de las muestras positivas para *Salmonella* spp. en las 3 etapas, se puede observar que en la etapa de Salida Chiller se da la mayor incidencia de pruebas positivas confirmadas para *Salmonella* spp, con un 11,11%, seguido de la etapa salida túnel con un 7,41%, cabe mencionar que la incidencia que se presentó en la esta etapa, pueda darse principalmente por factores como contaminación cruzada, por la manipulación de los operarios, debido a que después que pasan por la aspersion con el desinfectante Cecure, estos son los encargados de acomodar el pollo en las diferentes bandas para su proceso de desprese y luego llevarlos al túnel. A su vez se debe tener en cuenta que en el área de salida chiller también se presentó crecimiento de *Salmonella* spp. puesto que el producto en esta etapa todavía no ha pasado por el proceso de desinfección y viene de un proceso de beneficio en el cual aunque el enfriamiento y el cloro debe provocar descontaminación para así mejorar la calidad y garantizar la inocuidad del producto, puede darse que la contaminación que experimentan las canales se debe a la calidad microbiológica del agua en el punto de la salida final del chiller. En la etapa donde se realizó la aspersion con el desinfectante Cecure presentó un porcentaje de 3,70%, lo cual no es un valor significativo, ya que la presencia de *Salmonella* spp. pudo estar relacionada por la misma contaminación

cruzada de las etapas anteriores a esta, por lo tanto la manipulación puede afectar la disminución de este microorganismo y así lograr la ausencia total de *Salmonella* en el producto.

Grafica 1. Porcentaje de prevalencia de *Salmonella* spp. por etapa del proceso de beneficio de aves.



Recuentos de aislamientos de *Salmonella* spp. por etapa del proceso.

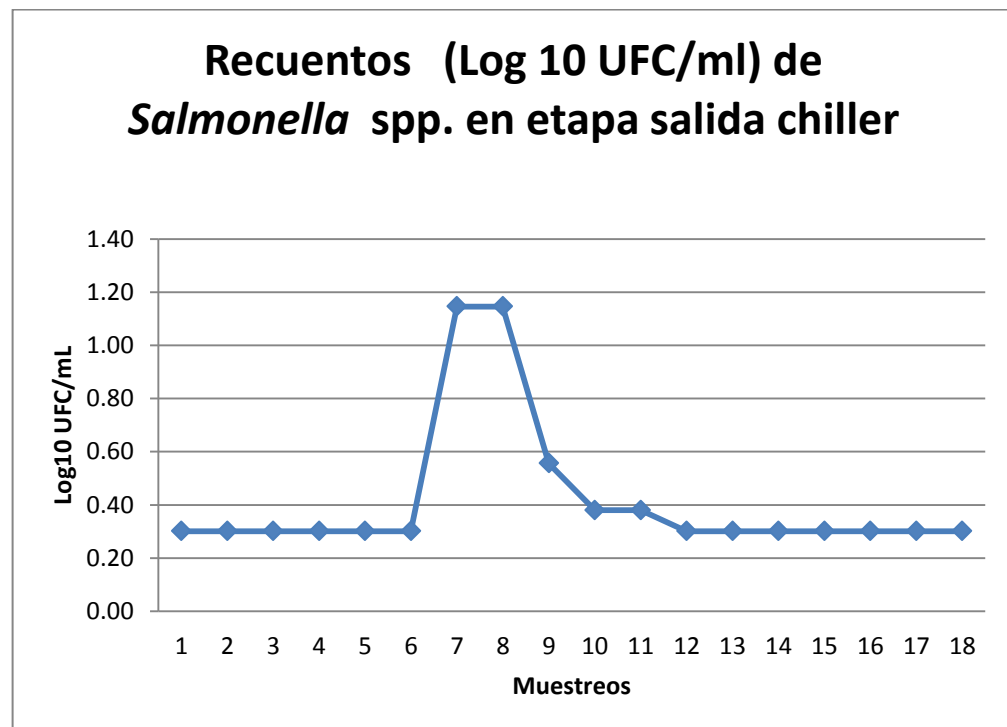
En la gráfica 2 se observa los promedios de los recuentos microbiológicos en la etapa salida chiller en cada uno de los 18 muestreos realizados, donde se puede observar la presencia de *Salmonella* en 5 muestreos en fechas diferentes; el inicio de un incremento en el recuento de *Salmonella* se da en el muestreo 7 evidenciándose el mayor nivel de contaminación en dicho muestreo, también se observa que desde el muestreo 11 hay una ausencia de crecimiento hasta el final de las fechas.

En la etapa salida chiller lo que se busca es una disminución rápida de la temperatura corporal y el enfriamiento final del agua debe estar inferior promedio de $<3^{\circ}$, el enfriamiento demora el crecimiento de las bacterias psicrótrofas y evita el crecimiento de patógenos en alimentos. El agua del chiller si no se cambia con la frecuencia establecida podría ser considerada como una fuente de contaminación de las mismas ya que al sumergir las carcasas, las bacterias existentes en el agua como *Salmonella* y otras enterobacterias, se

adhieren a la superficie corporal. Esta etapa debe provocar la descontaminación para así mejorar la calidad y garantizar la inocuidad del producto.⁴⁶

Al analizar los resultados de los 18 muestreos para un total de 162 muestras analizadas durante el estudio de la etapa de salida chiller, tan solo en 5 muestreos se presentó una contaminación aislada e identificada para *Salmonella* spp. lo que indica que el control ejercido en esta etapa, resulta ser efectivo en cuanto a la disminución de la incidencia de este microorganismo. A su vez en los muestreos del 11 al 18 donde hubo una ausencia total de *Salmonella*, pudo estar dado por el correcto uso del equipo chiller, llevando a cabo un buen uso del hielo como también una limpieza y desinfección adecuada en los equipos, ayudando así a la eliminación de microorganismos.

Grafica 2. Resultados promedio total (Log₁₀ UFC/ml) del recuento de *Salmonella* spp. Por muestreo en etapa de Salida chiller.



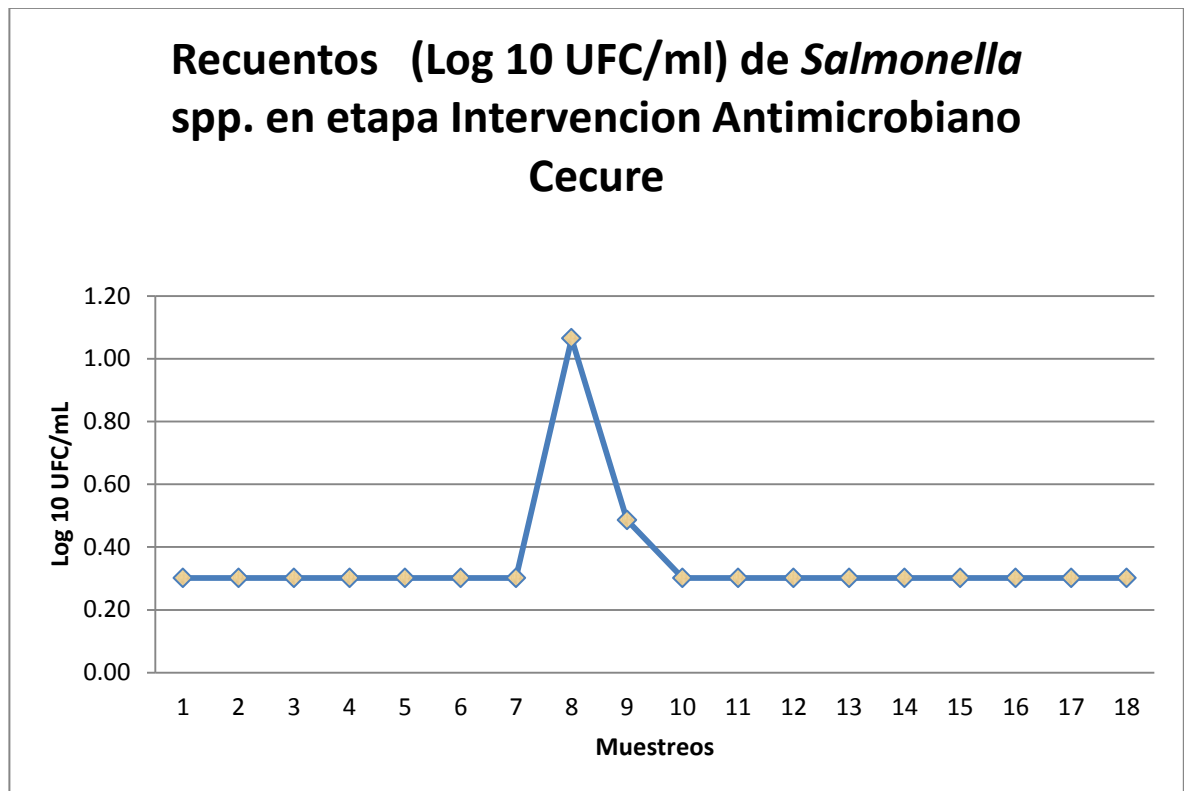
Fuente autor.

Por otra parte de acuerdo a los promedios de unidades logarítmicas como se observa en la gráfica 3, hay un incremento de 1 Log, en el muestreo 8, y 0.49 Log en el muestreo 9, con respecto a los demás muestreos que presentan un valor

⁴⁶ (CCFH) Codex Committee on Food Hygiene. 2007. Food Safety Risk Profile for *Salmonella* species in broiler (young) chickens. Codex Alimentarius. Risk Profile. 30 p.

constante de 0.30 Log, siendo ese valor representativo para demostrar la ausencia de *Salmonella* durante el estudio. Aunque en solo dos muestreos se identificó la presencia de este microorganismos y sus porcentajes de Log son bajos y no superan 1 unidad logarítmica, es importante resaltarlos como fallas en el proceso; incorrectas prácticas de manufactura y procedimientos de limpieza y desinfección de equipos y utensilios, cabe resaltar que para las fechas indicadas en donde hubo aislamiento de *Salmonella* el equipo Cecure estuvo presentando fallas y sometido a mantenimiento.⁴⁷

Grafica 3. Resultados promedio total (Log10 UFC/ml) del recuento de *Salmonella* spp. Por muestreo en etapa de Intervención Antimicrobiano Cecure.

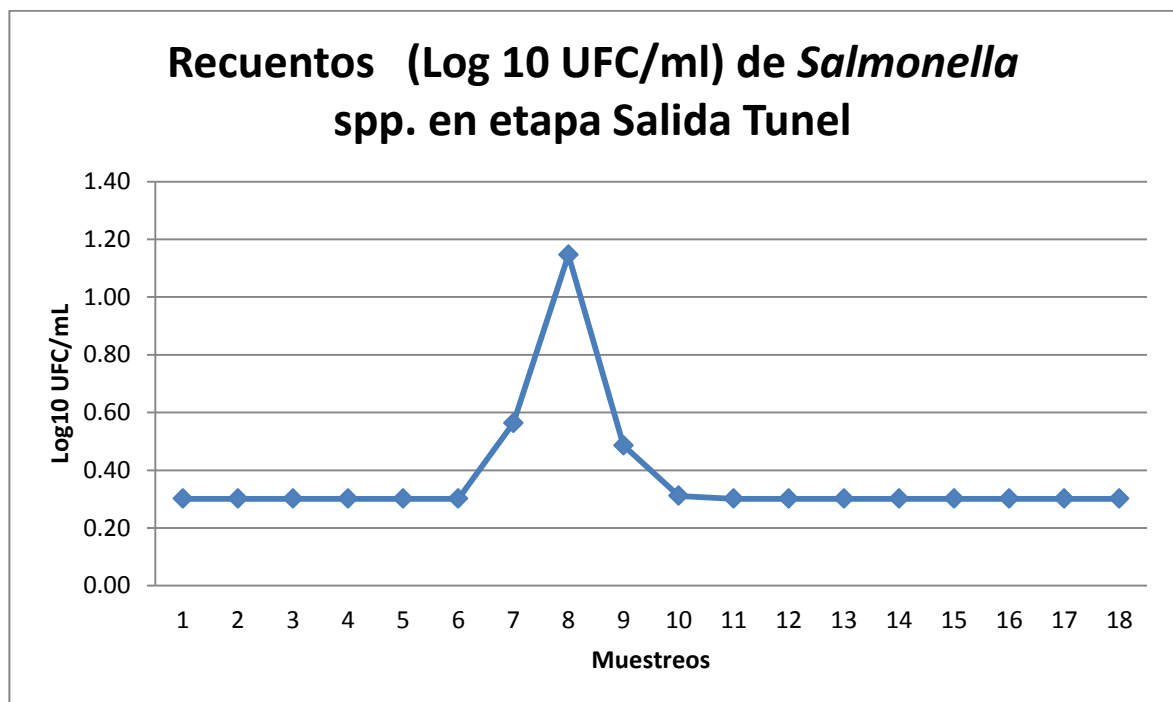


En la gráfica 4 para el recuento logarítmico de *Salmonella* spp. en la etapa de Salida túnel en los 18 muestreos, se puede observar como en 4 muestreos (7,8,9 y 10) diferentes se pudo cuantificar e identificar la presencia del microorganismo.

⁴⁷ Codex Committee on Food Hygiene (CCFH). 2017.PROYECTO DE REVISIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS (CXC 1-1969). Sistema de higiene de los alimentos / sistema de inocuidad de los alimentos / sistema de control de la inocuidad de los alimentos. Chicago, IL, EE. UU.

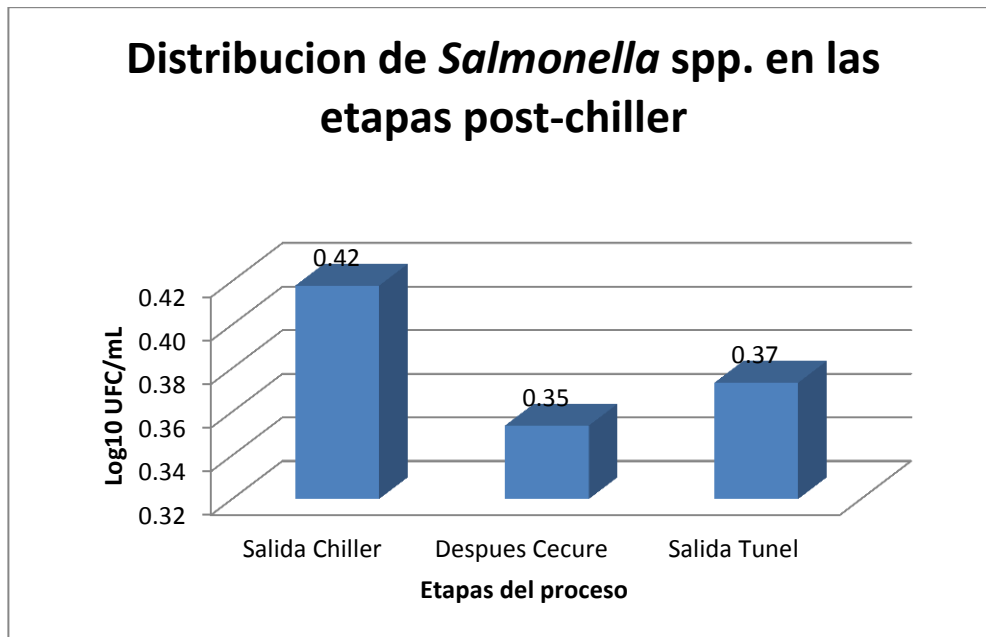
Indicando el muestreo 8 de esta etapa como el punto de mayor significancia con un recuento de 1.15 Log con una diferencia de 0.59 y 0.66 Log respecto a el muestreo 7 y 9 respectivamente y de 1 unidad log en comparación con los demás muestreos. En la etapa de salida túnel son varios factores los que pueden tenerse en cuenta al momento de evaluar la efectividad del antimicrobiano CDC, ya que al ser una de las etapas finales en el proceso y después de haber sido aplicado el desinfectante puede reaparecer contaminación por manipulación por parte de los operarios, provocando una contaminación cruzada que afecte el producto. Por lo tanto la vida útil de las canales de pollo esta en relación con el grado de contaminación inicial del proceso y las condiciones que se brinden de almacenamiento.⁴⁸

Grafica 4. Resultados promedio total (Log10 UFC/ml) del recuento de *Salmonella* spp. Por muestreo en etapa de Salida Túnel.



⁴⁸ ISO 22000 / HACCP Inocuidad Alimentaria. La demanda creciente de alimentos seguros como resultado del comercio internacional y la globalización lleva a la industria de procesamiento de alimentos a implementar el sistema de gestión de inocuidad en alimentos basado en HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point).

Grafica 5. Distribución de promedios de los recuentos de *Salmonella* spp. (Log₁₀ UFC/ml) en las 3 etapas post-chiller muestreadas.



Partiendo de los objetivos propuestos se analizaron los resultados obtenidos para la detección y cuantificación de *Salmonella* spp. a partir de la etapa salida chiller con el fin de evaluar la efectividad del clorurocetilpiridinio (CPC) en la reducción del patógeno antes y después de ser aplicado este desinfectante.

Teniendo en cuenta que *Salmonella* spp. es un habitante normal del intestino de las aves, representa un riesgo alto de contaminación para las mismas. A su vez 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, al analizar los resultados de cada etapa del proceso se observa que el recuento inicial parte de una concentración de 0.42 unidades log correspondiente a la etapa de salida chiller y es además en la que se presenta mayor variabilidad en la cuantificación e identificación de *Salmonella* spp. También en la etapa donde se aplica el Cecure se observa una reducción del microorganismo lo que indica que se está aplicando los porcentajes correspondientes al desinfectante necesarios para la limpieza y desinfección del producto, pero aun así no debe haber aislamiento de *Salmonella* en esta etapa, por consiguiente es de vital importancia la aplicación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) durante todo el proceso de beneficio y faenado, constituyendo así una garantía de calidad e inocuidad en el producto final.

La etapa que sigue es la de salida túnel con 0.37 unidades logarítmicas siendo importante el manejo que se le dé al producto al momento de ser trasladado al

túnel, en cuanto a manipulación y cadena de frío que se le proporcione a este para evitar esa recontaminación en las canales.

Fue posible evaluar cuantitativamente mediante la técnica de número más probable miniaturizado, la calidad microbiológica de las carcasas de pollo en las etapas post-chiller, en especial después de ser aplicado el antimicrobiano en el proceso, en ese sentido es posible observar en la gráfica 5, que *Salmonella* spp. Tiene un porcentaje muy bajo ya que este porcentaje máximo no supera las 2 unidades logarítmicas en la etapa del chiller donde aún no se ha utilizado el desinfectante, lo cual indica que el antimicrobiano tiene una alta efectividad y que la recontaminación está dada es por factores como manipulación o contaminación cruzada en las etapas intermedias a esta con la de salida túnel.

Los microorganismos llegan a las plantas de proceso 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 por completo los microorganismos, pueden reducirse significativamente mediante procedimientos de control de las cadenas de producción y comercialización, por medio del uso de antimicrobianos químicos. La industria avícola mundial ha implementado el uso de antibacterianos con una intervención aceptada y aprobada. El CPC ha demostrado ser eficaz para lograr los objetivos de la inocuidad y de mayor vida útil. Un estudio sobre Los efectos del cloruro de cetilpiridinio (Cecure® CPC Antimicrobial) en *Campylobacter* spp. en aves de corral crudas en el 2010 han demostrado que es el tratamiento antimicrobiano más eficaz disponible para controlar *Campylobacter* en dichas canales, generando un producto inocuo y sin riesgo al consumidor final.⁴⁹

El análisis para *Salmonella* exige que por cada 51 muestras analizadas, solo 8 de ellas pueden llegar a ser positivas para este microorganismo. Ver tabla 3.

Durante el estudio realizado solo 12 de un total de 162 muestras analizadas en todas las etapas, se determinaron como positivas para *Salmonella* spp. Por lo cual el producto al terminar el proceso de beneficio puede considerarse como seguro, indicando así mismo que los procesos que garantizan el aseguramiento de la calidad entre ellos planes como HACCP, permiten reducir de manera efectiva la presencia de patógenos en el proceso.

Salmonella spp. representa un creciente problema en las empresas avícolas como organismo contaminante, ya sea de las superficies de equipos, agua, ambientes y carcasas por lo que es importante implementar diferentes estrategias de control, entre las que se incluye la aplicación de programa de BPM, limpieza y desinfección y control de patógenos, estableciendo un sistema eficaz para su monitoreo y verificación, también es necesario realizar un control continuo del

⁴⁹ AL Waldroup, KL Beers, PE Cook. The Effects of Cetylpyridinium Chloride (Cecure® CPC Antimicrobial) on *Campylobacter* Spp. on Raw Poultry: A Review. 2010. International Journal of Poultry Science 9 (4): 305-308. ISSN 1682-8356. Asian Network for Scientific Information.

producto una vez sea empacado y congelado, debido a que existe el riesgo latente de que ocurra una recontaminación con este microorganismo al entrar en contacto con maquinaria y materias primas contaminadas o mala manipulación.

6.2 TRATAMIENTO DE DATOS PARA *Campylobacter* spp.

Tabla 11. Porcentaje de prevalencia de *Campylobacter* spp. durante las etapas post-chiller del proceso de beneficio.

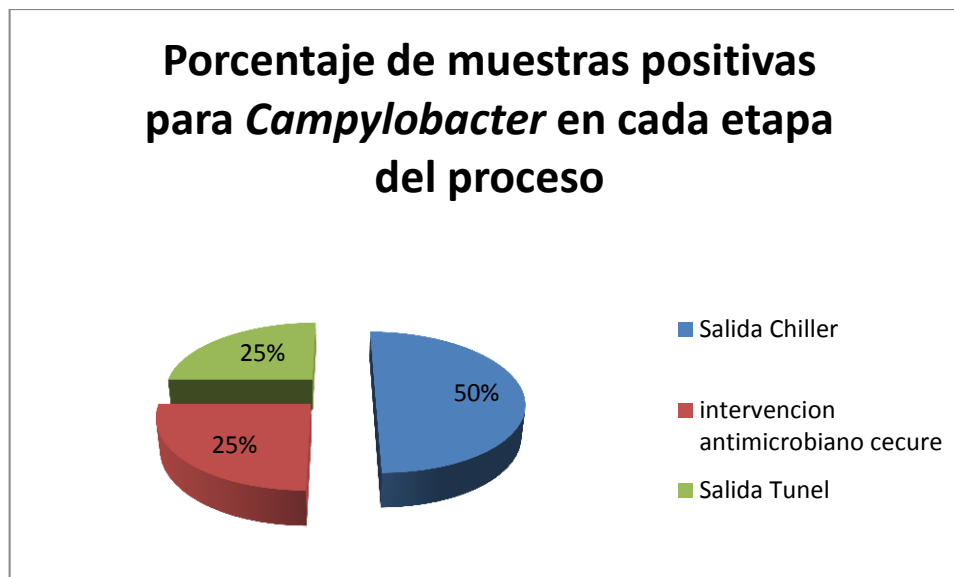
Etapas analizadas	Total de muestras analizadas	Presencia de <i>Campylobacter</i> spp.	
		Total de muestras positivas	% De muestras positivas
Salida Chiller	54	2	3.70
intervención antimicrobiano Cecure	54	1	1.85
Salida Túnel	54	1	1.85
Total Número de Muestras	162	4	2.47

Tabla 12. Resultado promedio total del muestreo (Log10 ufc/ml) para cada etapa de los procesos post-chiller en 18 fechas diferentes.

Fecha	Salida Chiller No de Población/Plato	Después Cecure No de Población/Plato	Salida Túnel No de Población/Plato
Feb-19-18	0	0	0
Feb-21-18	0	0	0
Feb-28-18	0	0	0
Mar-07-18	0	0	0
Mar-14-18	0.30	0	0
Mar-21-18	0.30	0.30	0.30
Abril-02-18	0	0	0
Abril-04-18	0	0	0
Abril-09-18	0	0	0
Abril-11-18	0	0	0
Abril-16-18	0	0	0
Abril-18-18	0	0	0
Abril-23-18	0	0	0
Abril-25-18	0	0	0
May-02-18	0	0	0

May-07-18	0	0	0
-----------	---	---	---

Grafica 6. Porcentaje de prevalencia de *Campylobacter* spp. por etapa del proceso de beneficio de aves.



Según la OMS (Organización Mundial De La Salud) *Campylobacter* spp. es causante de numerosas gastroenteritis humanas en el mundo; se transmite por contaminación cruzada entre alimentos (manipuladores y prácticas), puede encontrarse como saprofito y patógeno entérico ocasional generando síntomas como: dolor abdominal, fiebre, dolor de cabeza, náuseas y/o vómitos, y duran por lo general de 3 a 6 días.

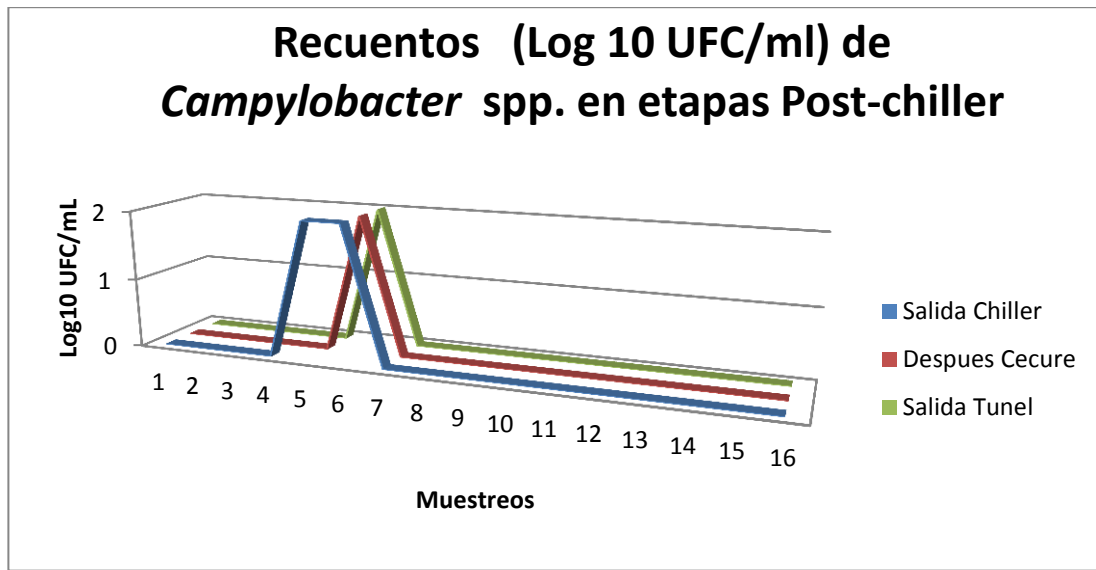
En la tabla 11 se evidencia que de 162 muestras solo 4 de estas fueron positivas para *Campylobacter* con un (2.47%) y las 158 muestras restantes resultaron ser negativas con un (97.53%) para este microorganismo, lo anterior explica que durante las etapas muestreadas mediante la técnica de enjuague, la calidad microbiológica de las aves analizadas se vio en baja concentración al final de los 16 muestreos realizados.

De acuerdo a la gráfica 6, se puede observar que donde hubo mayor incidencia de *Campylobacter* fue en la etapa de salida chiller, con un 3.7%, del cual de 54

muestras analizadas, 52 fueron negativas para este microorganismo, seguido de las otras dos etapas (Cecure y Salida Túnel) con 1.85%, lo anterior demuestra que aunque hubo crecimiento de este microorganismo los resultados no son significativos, manifestando que las actividades en cada una de las etapas disminuye la concentración a lo largo de la cadena de producción. El área de salida chiller emplea un sistema de limpieza y desinfección aplicando cloro con una concentración de 30 a 50 ppm, indicando así que el control ejercido en esta etapa, identificada en el análisis de peligros y criterio de decisión de PCC (Punto de control crítico) de la planta, resulta ser efectivo en cuanto a la disminución de la incidencia de este patógeno. Así mismo después de la aplicación del Cecure con un rango de concentración de 0.21% a 0.23% se sigue reduciendo algún tipo de contaminación cruzada, originada ya sea por los operarios, en caso de que no cumplan con las BPM (Buenas Prácticas De Manufactura) o porque en ciertas ocasiones no se aplique la concentración necesaria del desinfectante, por eso es necesario que cada hora se revise dicha concentración y de esta manera tener la certeza de que el proceso se está realizando satisfactoriamente. En cuanto a la salida del túnel, se debe tener en cuenta que una vez el pollo pasa por la línea de desprese, y la pechuga llega al túnel, en ese momento se debe llevar un control de la temperatura durante 45 minutos, esta debe encontrarse a -25°C , de lo contrario se puede ver afectado todo el proceso anteriormente descrito. Cabe recalcar que se logró estandarizar la cantidad de muestra a la cual se puede recuperar colonias de *Campylobacter*, por eso es necesario realizar un estudio nuevamente con este método pero con un (n) mucho mayor para que los resultados sean más certeros.

La reducción de la incidencia de Campilobacteriosis en humanos está relacionada con la reducción de la prevalencia de *Campylobacter* en producción primaria y con la prevención de la contaminación cruzada a lo largo de la cadena de producción.

Grafica 7. Resultados (Log10 UFC/ml) del recuento de *Campylobacter* spp. por muestreo en cada etapa analizada



En la gráfica 7 se observan los recuentos de *Campylobacter* en Log10 para cada proceso en donde hubo crecimiento, indicando para los muestreos 5 y 6, recuentos de 0.30 Log10 UFC/mL, demostrando así la ausencia de este microorganismo en todas las etapas muestreadas.

Tal como lo constata el Instituto Nacional de Salud la introducción de medidas de reducción de *Campylobacter* spp. en el beneficio de aves es de gran importancia ya que se presenta una disminución de 3 Log10 UFC/g en el intestino o > 2 Log10 UFC/canal de pollo lo cual, podría disminuir el riesgo en salud pública al menos en un 90%.⁵⁰ Y se puede concluir que durante este muestreo la evidencia e importancia del control de los patógenos determino la calidad del producto, así como la eficiencia de los procesos a lo largo de la cadena, (planta de alimentos, planta de incubación, granjas, planta de beneficio, almacenamiento y distribución).

⁵⁰ European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and / or targets at different stages of the food chain. EFSA Journal. 2011;9(4):1-141.

7. CONCLUSIONES

Por medio de este trabajo se pudo garantizar la efectividad del control que se hace a las aves con los programas de reducción de *Salmonella* y *Campylobacter*, desde las diferentes áreas para avalar un producto con altos estándares de calidad e inocuidad que no representa ningún riesgo para el consumidor.

Se logró identificar y cuantificar en algunos muestreos la presencia de los microorganismos de estudio a través del proceso de beneficio de las aves en cada una de las áreas, donde *Campylobacter* spp. al final de la etapa del proceso no presentó prevalencia (0%) y *Salmonella* spp. (7.41%) con ausencia de 92.59%. valor que no representa ningún riesgo para la inocuidad, de acuerdo a la normatividad vigente, resolución 4287 de 2007 en donde se establece que el máximo permisible es de 8%. Demostrando la poca prevalencia de estos microorganismos por la excelente implementación de BPM y Control de calidad en los procesos.

Se evidenció el cumplimiento de los programas de reducción de *Salmonella* y *Campylobacter* en donde el Cloruro de cetil piridinio realiza una función eficaz eliminando casi el 100% de la carga microbiana garantizando un producto inocuo y de alta calidad.

Los criterios microbiológicos a objeto de estudio son herramientas útiles para verificar la calidad, producción y procesamiento de las aves, así como la higiene sanitaria durante el procesamiento de los mismos, en el que se puede argumentar un juicio posible para patógenos como *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp.

Finalmente se comprobó que los procedimientos empleados en el estudio resultaron ser efectivos en cuanto a la reducción de microorganismos contaminantes y patógenos como *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp. lo cual indica que las técnicas de aseguramiento de la calidad empleadas en la empresa generan buenos resultados originando productos que no generen riesgos para la salud del consumidor.

8. RECOMENDACIONES

En cuanto al protocolo establecido para la cuantificación de *Salmonella sp* utilizando la técnica de número más probable miniaturizado, se recomienda para mejorar en dicho procedimiento, partir por establecer un patrón Mac Farland (con una cepa control) como referencia en el procedimiento para poder llevar a cabo una cuantificación específica y no generar posibles falsos positivos y obtener resultados más específicos.

Se hace necesario realizar controles y una supervisión continua en los parámetros del uso del chiller como son la temperatura, cloro y materia orgánica ya que son de gran importancia pues luego de cierto tiempo de trabajo continuo estos residuos orgánicos producidos por la mezcla de la temperatura con el químico (cloro) pueden ser un factor relevante de re-contaminación en el proceso.

Se debería empezar a evaluar en los Chillers los parámetros del químico (cloro), ya que después de determinado tiempo de contacto con la materia orgánica no generan el mismo efecto o conllevan a otro tipo de productos que sean perjudiciales para el consumidor, buscando así mejorar el proceso y obtención de mejores resultados en la calidad del producto.

Realizar muestreos por lo menos una vez al mes durante todo el año en cada una de las etapas muestreadas, y verificar la eficiencia del proceso de beneficio de aves, para cada microorganismo como indicadores de la efectividad del plan HACCP en el control de patógenos.

BIBLIOGRAFIA

ASTIDAS, Yesid Eduardo. Avicultura: Consultado [marzo 8 del 2018] [en línea] disponible en: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/02/18/la-avicultura-en-colombia-parte1>.

AMÉZQUITA, Alejandro; ESTRADA, Carolina; GONZALEZ, Sonia HACCP - Un enfoque sistemático para la inocuidad alimentaria Estados Unidos: Grocery Manufacturers Association Washington, D.C 2008

WALDROUP, Alicia; BEERS, Kaney. The Effects of Cetylpyridinium Chloride (Cecure® CPC Antimicrobial) on *Campylobacter* Spp. on Raw Poultry: A Review. 2010. International Journal of Poultry Science 9 (4): 305-308. ISSN 1682-8356. Asian Network for Scientific Information.

AVIDESA MAC POLLO S.A Programa de reducción de patógenos 2017. MARCO LEGAL: Decreto 1500 de 2007, Resolución 4287 de 2007, Resolución 2690 de 2015, CFR 9, Pathogen Reduction/HACCP, FSIS/USDA, Estados Unidos.

BERNAL, Amado, DC. 2015. Implementación del método de número más probable miniaturizado para la determinación cuantitativa de *Salmonella* spp log base 10, en el proceso de beneficio de aves de corral en Avidesa Mac Pollo S.A

CAIPO, Marisa. DIRECTRICES PARA EL CONTROL DE *Campylobacter* y *Salmonella* EN LA CARNE DE POLLO. Unidad de Inocuidad de los Alimentos y Codex Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura CAC/GL 78-2011. Página 1 de 28

CARRO PAZ, Roberto; GONZALEZ GOMEZ, Daniel. Normas HACCP Sistema de Analisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control [en línea] disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf

CASTILLO, Adriana del Carmen; MARTINEZ, Leopoldo Henri; CALDERON, Norma Leticia. Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo En: Scielo Vol. 39 No. 1. E- Journal, UNAM. 2008

CDC, Centros para el control y la prevención de enfermedades. Brote multiestatal de infecciones por *Salmonella* Typhimurium asociado a la ensalada de pollo. 11 de abril de 2018. Triple T Specialty Meats, Inc.

Codex Committee on Food Hygiene (CCFH). 2017. PROYECTO DE REVISIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS (CXC 1-1969). Sistema de higiene de los alimentos / sistema de inocuidad de los alimentos / sistema de control de la inocuidad de los alimentos. Chicago, IL, EE. UU.

COX, Julian; GROVES, Piter; PAVIC, Anthoni. Julio de 2010. A validated miniaturized MPN method, based on ISO 6579:2002, for the enumeration of Salmonella from poultry matrices. Journal of Applied Microbiology. PP.25-32.

DIAZ, Aguilera María. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Consultado [febrero 20 de 2018] [en línea] disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf

DOMINGUEZ, Juan Carlos. Perspectiva de la producción avícola en Colombia. Periodico el Tiempo. Bogotá. Disponible en. <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/avicultura-en-colombia-batio-su-record-en-produccion-en-el-2017-167586>.

ECHEVERRÍA, Sindy Marcela. Prevalencia de *Escherichia coli*, *Salmonella spp* Y *Campylobacter jejuni* en el proceso de sacrificio de aves. Avidesa MacPollo. Floridablanca, Santander. 2013. Trabajo de grado. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. Facultad de ciencias Basicas. Departamento de Microbiología.

European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on Campylobacter in broiler meat production: control options and performance objectives and / or targets at different stages of the food chain. EFSA Journal. 2011;9(4):1–141.

FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana En: REVISIÓN DEL DESARROLLO AVÍCOLA 2013 pp. 14-16.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia- Fondo Nacional Avícola. Consultado 15 de marzo [en línea] disponible en: <http://www.fenavi.org/index.php>.

FERNANDEZ, Catalina. Genética, un mercado que fortalece al sector avícola En: Agronegocios, núm 101 2014 pp. 16-17

GLASHOWER, Derel; SNYDER, Jennifer; WELCH Diane; MCCARTHY, Shannon; Outbreak of Campylobacter jejuni Associated with Consuming Undercooked Chicken Liver Mousse — Clark County, Washington. 2016. Weekly / September 29, 2017 / 66(38);1027.

GUZMÁN, Emilio; RODRÍGUEZ, Alfredo; OTERO, Mario; MORENO, Omar. El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) como instrumento para la reducción En: Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 62005, Septiembre 2012, pp. 1-14.

HARHAY, Brichta; ARTHUR, Koohmaraie. ROMAN, Hruska Enumeration of Salmonella from poultry carcass rinses via direct plating methods. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, US Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska, USA. ORIGINAL ARTICLE. Letters in Applied Microbiology ISSN 0266-8254.

ISO 22000 / HACCP Inocuidad Alimentaria. La demanda creciente de alimentos seguros como resultado del comercio internacional y la globalización lleva a la industria de procesamiento de alimentos a implementar el sistema de gestión de inocuidad en alimentos basado en HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL Resolución Número 2690 De 2015 (24 Julio 2015) Por la cual se establecen las directrices para la formulación del Programa de Verificación Microbiológica del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles [en línea] disponible en: http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-2690-de-2015.pdf

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Decreto 1500 de 2007 (mayo 4) por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. [en línea] disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/aliimentos/Decreto1500_2007.pdf

MALBRÁN, Carlos. Manual de procedimientos, *Campylobacter* Buenos Aires: Subsecretaría de Investigación y Tecnología. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. 2001

N. J. STERN¹* AND M. C. ROBACH², Enumeration of *Campylobacter* spp. in Broiler Feces and in Corresponding Processed Carcasses. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Poultry Microbiological Safety Research Unit, Russell Research Center, 950 College Station Road, Athens, Georgia, 30605; and 2Wayne Farms LLC, 4110 Continental Drive, Oakwood, Georgia 30566, USA. *Journal of Food Protection*, Vol. 66, No. 9, 2003, Pages 1557–1563.

OMS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Septiembre 2017. *Campilobacteriosis*, Enfermedad por *Campylobacter*. Notas descriptivas. Centro de prensa. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/campylobacter>.

OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp: Consultado [10 de marzo de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>

OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD Salmonelosis- Estados Unidos de América: Consultado el [26 de Febrero de 2018] [en línea] disponible en: <http://www.who.int/csr/don/26-February-2018-salmonellosis-usa/es/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Código de prácticas de higiene para la carne Roma 2009.

PEÑUELA, María. 2017. CUANTIFICACION DE *Salmonella* spp. o *Campylobacter* spp. EN AREAS DE MATANZA (GRANJAS) Y DESPRESE; PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL CLORURO DE CETILPIRIDINIO (CECURE) EN EL PROCESO DE BENEFICIADO DE UNA AVICOLA. Bucaramanga, Santander.

ROJAS, Sandra. Implementación Sistema HACCP, 19 de mayo del 2017. Planta de beneficio avícola. Bucaramanga Santander.

SANCHEZ, Marcos. Intervenciones químicas en el procesamiento avícola. 2008. The Food consortium. Facultad de ciencias avícolas. Texas A&M UNIVERSITY.

SILVA, Julia; RECAVARREN, Mariana; WILLIAMS, Karen. Detección de bacterias patógenas productoras de Enfermedades Transmitidas por Alimentos en

carne aviar [en línea] disponible en:
[http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Julia%20-%20Facultad%20de%](http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Julia%20-%20Facultad%20de%20)

Scharlau Microbiology - Ficha de Datos Técnicos-AGAR BASE XLT4. (2012). Annardx.com. Retrieved 28 February 2018, disponible en:
<http://www.annardx.com/productos/images/productos/industria/microbiologiaindustrial/01708500.pdf>

SIMPLATE QUANTITATIVE METHOD FOR: Total Plate Count Yeast & Mold Coliforms/E. coli Campylobacter Enterobacteriaceae. (2005). Biocontrolsys.com. Retrieved 28 February 2018, disponible en:
<http://www.biocontrolsys.com/assets/uploads/files/Simplat%20Brochure%202013.pdf>

SILVA, Julia; RECAVARREN, Mariana; WILLIAMS, Karen Detección de bacterias patógenas productoras de Enfermedades Transmitidas por Alimentos en carne aviar Consultado [Marzo 27 de 2018] [en línea] disponible en:
[http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Julia%20-%20Facultad%20de%](http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/Silva%2c%20Julia%20-%20Facultad%20de%20)

STERN, Julia; ROBACH, Manuel. (2003). Enumeration of Campylobacter spp. in Broiler Feces and in Corresponding Processed Carcasses. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Poultry Microbiological Safety Research Unit, Russell Research Center, 950 College Station Road, Athens, Georgia, 30605; and 2Wayne Farms LLC, 4110 Continental Drive, Oakwood, Georgia 30566, USA. Journal of Food Protection, Vol. 66, No. 9, Pages 1557–1563.

3M™ Molecular Detection Assay 2 – Salmonella Designated [en línea] disponible en: <http://eoma.aoac.org/>.

3M-Molecular-Detection-System-Usermanual-spanish-latin-america.pdf. (2011). Multimedia.3M. Retrieved 28 February 2018, from <http://multimedia.3m.com/mws/media/8000>.

World Health Organization. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. Emerg Infect Dis. 1997; 3:223–228.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de seguridad del desinfectante cecure.

1. Identificación del Producto y la Compañía		
Nombre comercial:	Cecure	
Nombre químico:	cloruro de cetilpiridinio en propilenglicol y agua	
Sinónimos:	N/A	
CAS #:	mezcla	
Familia química:	N/A	
Código producto:	60599	Uso del producto: N/A
PIN #: ninguno		Clase WHMIS: D1A, D2B

2. Composición / Información de Ingredientes		
Nombre químico	CAS #	% m/m
Propilenglicol	57-55-6	Aprox 60.0%
Cloruro de cetilpiridinio monohidrato	6004-24-6	Aprox 40.0%

3. Identificación de Riesgos
<u>Contacto con la piel:</u> Puede producir irritación cutánea severa
<u>Contacto ocular:</u> Severamente irritante de los ojos. Daño puede ser permanente.
<u>Ingestión:</u> Tóxico por ingestión
<u>Efectos en la salud a largo plazo:</u> Repetido contacto cutáneo puede provocar irritación seria en el sitio de contacto.
En varios estudios la exposición sistemática repetida de animales al cloruro de cetilpiridinio no resultó en toxicidad significativa para el órgano blanco. Este químico no es teratogénico, mutagénico, carcinogénico, o tóxico para reproducción.
<u>Condiciones agravadas por la exposición:</u> No conocidas

4. Medidas de primeros auxilios
<u>Inhalación:</u> Remueva al aire fresco. Si no respira provea respiración artificial. Si la respiración es dificultosa suministre oxígeno. Busca ayuda médica.
<u>Piel:</u> Inmediatamente enjuagar con grandes cantidades de agua por al menos 15 minutos. Utilice jabón si está disponible. Remueva la ropa contaminada, incluyendo zapatos después de que el enjuague ha iniciado. Obtenga pronta atención médica si se presentan síntomas. Lave las prendas vigorosamente antes de vestirlas de nuevo. Limpie vigorosamente o descarte los zapatos.
<u>Ojos:</u> Enjuague con agua por al menos 15 minutos manteniendo los párpados abiertos. Busque atención médica inmediata. Si un doctor no está disponible, enjuague por 15 minutos adicionales y busque atención médica.
<u>Ingestión:</u> Provea varios vasos grandes de leche o agua si no está disponible. NO induzca al vómito. Busque atención médica inmediata. Nunca dé nada por la boca a una persona inconsciente.

9. Propiedades químicas y físicas

Apariencia:		líquido transparente color amarillo claro leve
Olor:		leve
Punto ebullición inicial:	N/A	
Punto ebullición final:		N/A
Gravedad específica:		0.9923 (relativa al agua)
Densidad de vapor:		N/A (relativa al aire)
Presión de vapor:		N/A
pH		N/A
Solubilidad en agua:		soluble
Punto de congelación:	N/A	
Coefficiente de partición agua/octanol	N/A	
Límite de olor		N/A
Viscosidad		N/A
Razón de evaporación	N/A	

10. Estabilidad y Reactividad

Estable:	Si
Fuerte oxidante:	No
Polimerización peligrosa	No tiende a polimerización peligrosa
Incompatibilidad	Agente oxidantes fuertes, ácidos, anhídridos de ácidos y cloruros de ácidos.
Condiciones a evitar	Evitar exposición a materiales incompatibles y calor
Productos peligrosos de la descomposición	Monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y cloruro de hidrógeno

11. Información toxicológica

Toxicología: No información para el producto

Cloruro de cetilpiridinio (CAS # 123-03-5)

Agudo

LD50 oral en ratas, ratones y conejos: 125-680 mg/Kg

4 hr inhalacion LC50 en ratas: 0.09 mg/L

Irritante severo de ojos y piel

No causa sensibilización dérmica

Crónico

Los tests de mutagenicidad indican que este químico no es mutagénico

No posee toxicidad reproductiva ni expresa actividad anti fertilidad

Un test de toxicidad para el desarrollo en ratas no encontró anomalías

debidas al tratamiento

Anexo 2: Tabla de NMP utilizada en los recuentos para *Salmonella sp.*

Table 3. MPN Index and 95% Confidence Limits for Various Combinations of Positive Tubes in a 3 Tube Dilution Series Using Inoculum Quantities of 0.1, 0.01 and 0.001 g (ml).

Combination of Positives	MPN Index per g (ml)	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
0-0-0	<3.0	---	9.5
0-0-1	3.0	0.15	9.6
0-1-0	3.0	0.15	11.
0-1-1	6.1	1.2	18.
0-2-0	6.2	1.2	18.
0-3-0	9.4	3.6	38.
1-0-0	3.6	0.17	18.
1-0-1	7.2	1.3	18.
1-0-2	11.	3.6	38.
1-1-0	7.4	1.3	20.
1-1-1	11.	3.6	38.
1-2-0	11.	3.6	42.
1-2-1	15.	4.5	42.
1-3-0	16.	4.5	42.
2-0-0	9.2	1.4	38.
2-0-1	14.	3.6	42.
2-0-2	20.	4.5	42.
2-1-0	15.	3.7	42.
2-1-1	20.	4.5	42.
2-1-2	27.	8.7	94.
2-2-0	21.	4.5	42.
2-2-1	28.	8.7	94.
2-2-2	35.	8.7	94.
2-3-0	29.	8.7	94.
2-3-1	36.	8.7	94.
3-0-0	23.	4.6	94.
3-0-1	38.	8.7	110.
3-0-2	64.	17.	180.
3-1-0	43.	9.0	180.
3-1-1	75.	17.	200.
3-1-2	120.	37.	420.
3-1-3	160.	40.	420.
3-2-0	93.	18.	420.
3-2-1	150.	37.	420.
3-2-2	210.	40.	430.
3-2-3	290.	90.	1000.
3-3-0	240.	42.	1000.
3-3-1	460.	90.	2000.
3-3-2	1100.	180.	4100.
3-3-3	>1100.	420.	-

Anexo 3: Tabla de NMP utilizada en los recuentos para *Campylobacter* sp.

SimPlate
Normal Counting Range (NCR) Conversion Table

No. of positive wells = population per plate*

1 = 2	29 = 70	57 = 190
2 = 4	30 = 74	58 = 196
3 = 6	31 = 76	59 = 202
4 = 8	32 = 80	60 = 208
5 = 10	33 = 84	61 = 216
6 = 12	34 = 86	62 = 224
7 = 14	35 = 90	63 = 232
8 = 16	36 = 94	64 = 240
9 = 18	37 = 96	65 = 248
10 = 22	38 = 100	66 = 256
11 = 24	39 = 104	67 = 266
12 = 26	40 = 108	68 = 276
13 = 28	41 = 112	69 = 288
14 = 30	42 = 116	70 = 298
15 = 32	43 = 120	71 = 312
16 = 36	44 = 124	72 = 324
17 = 38	45 = 128	73 = 338
18 = 40	46 = 132	74 = 354
19 = 42	47 = 136	75 = 372
20 = 46	48 = 142	76 = 392
21 = 48	49 = 146	77 = 414
22 = 50	50 = 150	78 = 440
23 = 54	51 = 156	79 = 470
24 = 56	52 = 160	80 = 508
25 = 58	53 = 166	81 = 556
26 = 62	54 = 172	82 = 624
27 = 64	55 = 178	83 = 738
28 = 68	56 = 184	84 = >738

If there are no positive wells, and the sponge is positive, population is 1.
 If there are no positive wells, and the sponge is negative, population is < 1.

* The population reflects the number of microorganisms per plate. To determine the number of microorganisms per gram (ml) food product, see Reading and Interpretation section in directions for use.

Anexo 4. Resultado por etapa de la prevalencia de *Salmonella sp.*

Fecha	Salida NMP/ml	Chiller	Despues NMP/ml	Cecure	Cuarto Frio NMP/ml
Feb-12-18	<3		<3		<3
Feb-14-18	<3		<3		<3
Feb-19-18	<3		<3		<3
Feb-21-18	<3		<3		<3
Feb-28-18	<3		<3		<3
Mar-07-18	<3		<3		<3
Mar-14-18	14		<3		3.6
Mar-21-18	14		11.6		14
Abril-02-18	3.6		3.06		3.06
Abril-04-18	2.4		<3		2.06
Abril-09-18	2.4		<3		<3
Abril-11-18	<3		<3		<3
Abril-16-18	<3		<3		<3
Abril-18-18	<3		<3		<3
Abril-23-18	<3		<3		<3
Abril-25-18	<3		<3		<3
May-02-18	<3		<3		<3
May-07-18	<3		<3		<3

Anexo 5. Resultado por etapa de la prevalencia de *Campylobacter spp.*

Fecha	Salida Chiller No de Población/Plato	Después Cecure No de Población/Plato	Cuarto Frio No de Población/Plato
Feb-19-18	<1	<1	<1
Feb-21-18	<1	<1	<1
Feb-28-18	<1	<1	<1
Mar-07-18	<1	<1	<1
Mar-14-18	2	<1	<1
Mar-21-18	2	2	2
Abril-02-18	<1	<1	<1
Abril-04-18	<1	<1	<1
Abril-09-18	<1	<1	<1
Abril-11-18	<1	<1	<1
Abril-16-18	<1	<1	<1
Abril-18-18	<1	<1	<1
Abril-23-18	<1	<1	<1
Abril-25-18	<1	<1	<1
May-02-18	<1	<1	<1
May-07-18	<1	<1	<1

Anexo 6. Montaje de pruebas y análisis microbiológicos complementarios realizados en el laboratorio en horarios de trabajo.

Técnica de número más probable para aguas de procesos de Beneficio y faenado, en medio LSM y EC con campana de DURHAM y confirmatorio para *E. coli* en medio EMB.



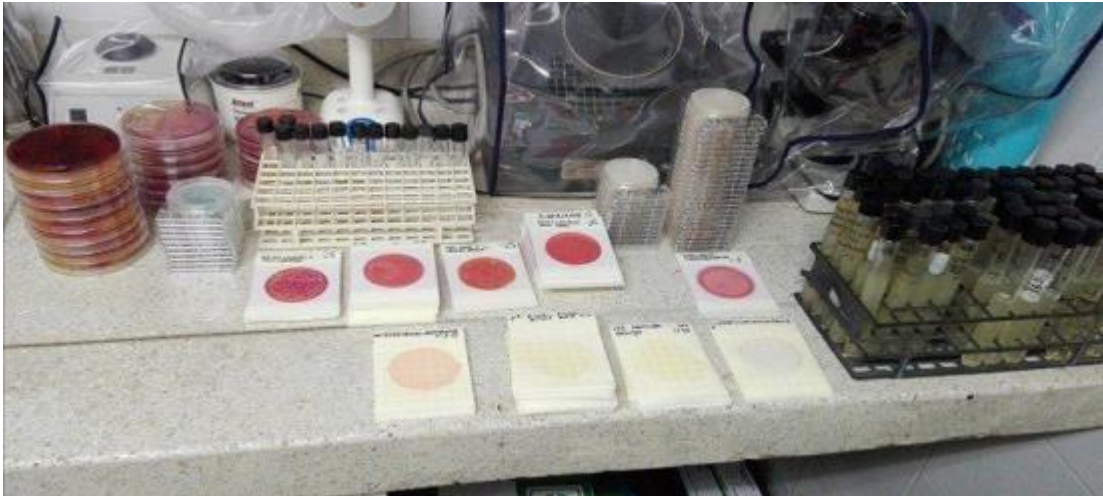
Enriquecimiento de *Salmonella* en caldo rappaport y aislamiento en agar XLT4.



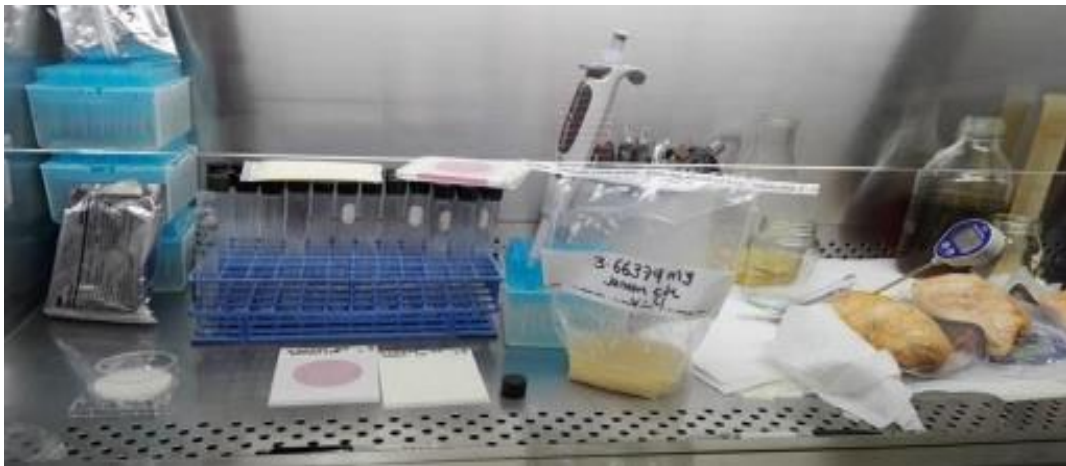
Antisueros empleados para confirmación de *Salmonella* por presencia de aglutinación.



Lectura de compydry XSA para aislamiento de *Staphylococcus* spp. lectura de Petrifilm para *E. coli*, y Aerobios mesofilos, *Salmonella* spp. Esporas de sulfitos reductores, inyectoras, y hongos.



Montaje de productos de salsería definidos como procesos especiales y calidad de huevos, Limpieza y desinfección diferentes zonas de la avícola.





Preparación de medios de cultivo: Caldo ISO, peptona y Demi Fraser.

