

**ALTERNATIVAS DE DESINFECCION EN HUEVOS COMERCIALES  
COMO HERRAMIENTA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN  
CAUSADA POR *Salmonella* Y SUS REPERCUSIONES EN EL SER  
HUMANO.**

**WILMAR HERNANDO CANTOR VILLAMIL**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSGASUGÁ**

**2015**

**ALTERNATIVAS DE DESINFECCION EN HUEVOS COMERCIALES COMO  
HERRAMIENTA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN CAUSADA POR  
*Salmonella* Y SUS REPERCUSIONES EN EL SER HUMANO.**

**WILMAR HERNANDO CANTOR VILLAMIL**

**MONOGRAFÍA**

**DOCENTE MARÍA JANETH CAMARGO GARZÓN**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSGASUGÁ**

**2015**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

## DEDICATORIA

*Es un triunfo más para Dios, porque Él me permitió llegar hasta este punto de mi carrera y haberme dado la fuerza necesaria para haber seguido adelante sin desfallecer en los momentos más difíciles.*

*A mis padres y hermanos, que han sido un apoyo moral permanente, por su esfuerzo y dedicación en querer estar siempre presentes y gracias a ellos me encuentro donde estoy en estos momentos.*

*A Laura, porque ha sido mi motivación y apoyo incondicional. Me ha brindado la mano en los momentos más difíciles y gracias a ella pude terminar con los logros trazados en la universidad.*

*A la señora Claudia, y el señor Gildardo por darme la motivación y ayuda necesaria para mi estadía en la universidad.*

*A todas aquellas personas que de alguna u otra manera aportaron en mi formación profesional y personal.*

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCION	12
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS	14
1. PRODUCCIÓN HUEVO DE MESA	15
1.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN	15
1.2 ACTUALIDAD NACIONAL	17
1.3 NORMATIVIDAD	19
1.3.1 Definición de huevo fresco	19
1.3.2 Clasificación	20
1.3.3 Designación	20
1.3.4 Condiciones generales	20
1.3.5 Requisitos	20
1.3.6 Toma de muestras y recepción del producto	22
1.3.7 Ensayos	22
1.3.8 Empaque y rotulado	22
1.4 MICROBIOLOGÍA DEL HUEVO	23
2. <i>Salmonella</i> EN LA AVICULTURA	27
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	27

2.2 CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA	29
2.2.1 Crecimiento	29
2.2.1.1 Temperatura	29
2.2.1.2 pH	29
2.2.1.3 Condiciones atmosféricas	30
2.2.1.4 Actividad del agua	30
2.2.2 Supervivencia	30
2.2.2.1 Temperatura	31
2.2.2.2 pH	31
2.2.3 Inactivación	32
2.2.3.1 Temperatura	32
2.2.3.2 Cloruro de Sodio	32
2.2.3.3 Actividad de agua	32
2.2.3.4 Conservantes	32
2.2.3.5 Radiación	32
2.4 FUENTES DE TRANSMISIÓN	33
2.4.1 Humanos	33
2.4.2 Animales	33
2.4.3 Alimentos	34
2.4.4 Medio ambiente	34
2.5 RUTAS DE TRANSMISIÓN	34
2.6 SEROVARIEDADES DE <i>Salmonella Sp.</i>	34
2.7 MECANISMOS DE ADHERENCIA	37
2.8 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE <i>Salmonella sp.</i>	39

2.8.1 En el ave	39
2.8.2 En el huevo	40
2.8.2.1 Transmisión vertical	41
2.8.2.2 Transmisión horizontal	41
2.8.2.3 Transmisión lateral	42
2.8.2.4 Supervivencia de <i>Salmonella sp.</i> En el huevo contaminado	42
3 MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN PARA <i>Salmonella sp.</i>	46
3.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN	46
3.2 ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN	50
3.2.1 Lavado del huevo	50
3.2.2 Desinfectantes	51
3.2.2.1 Ácido Peracético (PAA)	52
3.2.2.2 Compuestos de amonio cuaternario (QACs)	53
3.2.2.3 Compuestos de Cloro	57
3.2.2.4 Alcoholes	57
3.2.2.5 Máquinas para lavado de huevo	57
3.2.2.5.1 Humidificadores	57
3.2.2.5.2 Limpiadores	58
3.2.3 Pasteurización del huevo en aire caliente	60
3.2.4 Gas de plasma	62
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de los huevos según su masa.	20
Tabla 2 Requisitos mínimos para los huevos de gallina.	21
Tabla 3 Clasificación de defectos en los huevos.	22
Tabla 4 Clasificación de <i>Salmonella enterica</i> en sub especies.	27
Tabla 5 Condiciones de crecimiento de <i>Salmonella</i> .	29
Tabla 6 pH mínimo que permite el crecimiento de Salmonella bajo Condiciones óptimas.	30
Tabla 7 Propiedades de los componentes activos en los desinfectantes Utilizados en la industria alimenticia y ambientes domésticos.	45
Tabla 8. Ventajas y desventajas de los ácidos usados como desinfectantes.	46
Tabla 9. Ventajas y desventajas de la utilización de amonios cuaternarios.	48
Tabla 10. Ventajas y desventajas del uso del hipoclorito de sodio en su acción Como desinfectante.	50
Tabla 11 Mecanismo de la actividad de los desinfectantes contra Células microbianas.	51

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Granjas de ponedoras de huevos de mesa.	18
Figura 2. Fuentes de contaminación en granja.	34
Figura 3 Humidificadora para fumigación de huevo.	52
Figura 4 Maquinas limpiadoras de huevos comerciales (1400 huevos / hora).	53
Figura 5. Maquinas limpiadoras de huevos comerciales (800 huevos / hora).	54
Figura 6 Prototipo usado para tratamientos de aire caliente por Pasquali.	55
Figura 7 Prototipo de RBD de cabina electrónica configurado por Ragni et al.	58

## RESUMEN

El presente proyecto promueve el conocimiento a la importancia que tiene la higiene sobre la producción de huevos en el sector avícola y su relación con la salud de la población en general. Es necesario informar a la sociedad sobre el consumo de este producto en condiciones que “aparentemente” son aceptables, pero que en realidad en ocasiones pueden causar repercusiones a la salud debido a contaminaciones bacteriológicas en especial del género *Salmonella sp.*, que en la mayoría de los casos pasan desapercibidas. Exponer sobre los factores que alteran directamente la calidad del huevo, y los efectos que causaría en la población, así como los diferentes tratamientos que se pueden utilizar para mejorar la calidad de este alimento y los beneficios que traería realizar este tipo de prácticas, las cuales, tanto productores como consumidores son los principales involucrados.

**Palabras clave:** Calidad, descontaminación, salubridad poblacional.

## INTRODUCCIÓN

La presente monografía consiste en la recopilación de información sobre la problemática generada en las producciones avícolas enfocadas en la obtención de huevos para el consumo, y las medidas pertinentes tomadas para la desinfección de los mismos. Dentro del proceso de producción de huevo, estos, luego de su postura, pasan a ser manipulados por trabajadores, quienes son los encargados de realizar el proceso de clasificación y empaque. Lo que finalmente termina en la venta de este producto.

Para asegurar la calidad del producto en mención, los productores han optado por realizar una serie de prácticas sanitarias, con la finalidad de disminuir la carga bacteriana que se encuentre adherida a la superficie de la cáscara, con el objetivo de reducir la contaminación interna del huevo, y su consumo en este estado por parte de la población humana. Pero, ¿realmente todos los productores realizan este proceso?, o por lo menos ¿todos los productores conocen sobre esta práctica? Son varios los interrogantes que se tienen en cuanto a este manejo, para lo cual, este proyecto, está encaminado a informar a los productores sobre este tipo de prácticas, su manejo y las consecuencias de no ponerlas en práctica. Sumado a esto, se pretende buscar alternativas para realizar una correcta sanitización del huevo, donde muestre los diferentes métodos de aplicación, su clasificación, de acuerdo por su mecanismo de acción y su eficacia en la eliminación de bacterias, centrándose en la mitigación de cepas de *Salmonella spp.*, que puedan estar presentes en la superficie de la cáscara y en la materia orgánica que pueda encontrarse adherida a la misma. El objetivo es demostrar que esta práctica, es una herramienta útil para mejorar la calidad e inocuidad del producto, logrando un óptimo aprovechamiento del

mismo y evitando así futuras contaminaciones, que puedan llegar a alterar al organismo humano posterior a su consumo y previniendo posibles enfermedades causadas por esta u otras bacterias.

## JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la producción de huevo en cascara para consumo en Colombia para el año 2012 alcanzó los 10 mil millones de unidades, dejando un consumo de 0.6 huevos/día/persona, para un total de 222 huevos al año, para el año 2014 el consumo se encontró en 242 huevos/año/persona (FAO, FENAVI. 2015), cifra que va en aumento debido principalmente al crecimiento de la población y otros factores como el aumento del precio de productos cárnicos, lo que obliga a una sustitución en el producto, fortaleciendo el consumo de huevo.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de los grandes, medianos y pequeños productores es la obtención de huevo de la mejor calidad, y el aprovechamiento máximo de sus recursos. Por este motivo se realiza esta monografía, para determinar y prevenir así, los posibles métodos de inhibición bacteriana en el proceso de producción, manipulación y distribución. Y a su vez determinar la incidencia de los productos utilizados en la limpieza y desinfección para que la calidad del huevo sea la esperada, asegurando así un aumento en el consumo y una mejora en las características cualitativas del producto final, generando una mayor rentabilidad y salubridad en la población.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Recopilar mediante revisiones bibliográficas las distintas alternativas de desinfección y limpieza de huevos para reducir la contaminación por *Salmonella sp.*

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Documentar sobre el modo de acción y las formas de transmisión de *Salmonella* en el ave y huevo.
- Describir los diferentes tipos de desinfectantes que hayan tenido efectividad contra el crecimiento bacteriano.
- Mostrar alternativas distintas al lavado en la desinfección de la cáscara del huevo.

## 1. PRODUCCIÓN DE HUEVO DE MESA

### 1.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

La producción de huevos es una actividad económica que se desarrolla en prácticamente todos los países del mundo. En las últimas décadas han surgido como potencias productoras China y otros grandes países de Asia, donde se producen más de la mitad de los huevos para el consumo mundial. Su importancia es enorme también en la medida en que el crecimiento de la población en la zona y su desarrollo económico va acompañado de un mayor consumo de alimentos de origen animal, que en esta área se basa esencialmente en huevos y carne de ave. América del Norte y del Sur son también grandes productoras, así como la Unión Europea, donde sitúa una posición relevante (Instituto de estudios del huevo, 2009). Con el paso del tiempo, la avicultura en el país ha ido ganando participación, sea por la producción del huevo o por la producción de la carne. Castaño (2012), menciona en su artículo que el huevo ha tenido un posicionamiento a nivel mundial como un alimento habitual y básico para los humanos, en especial el huevo de las gallinas, ya que esta especie, fue domesticada hace millones de años, todo con el fin de poder tener un consumo regular de la misma. De acuerdo con Barroeta (2005), un huevo está formado por una yema (31%), esta se encuentra rodeada por el albumen o clara (58%), y todo ello envuelto por una cáscara externa (11%).

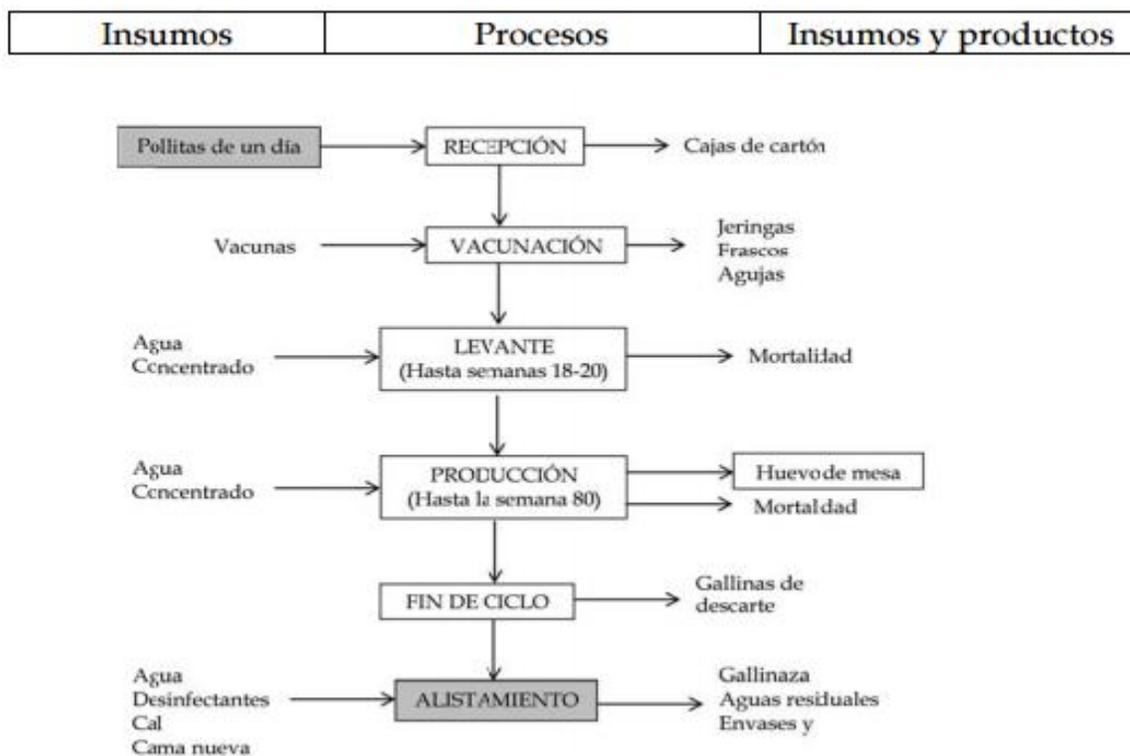
Actualmente en el país, hay varias líneas genéticas que se distribuyen con el fin de tener unos parámetros estandarizados en la producción del huevo, según sea la alimentación y el

manejo. Se Pueden encontrar razas como la Lohman Brown Classic, Lohman LSL, H&N Brown Nick, ISA Brown, HY Line Brown, HY Line W-36, Babcock Brown, Entre otras. Allí se pueden lograr excelentes resultados, en el momento de la producción. (Castaño, 2012)

El proceso de las granjas ponedoras de huevos está dividido en 3 secciones: recepción de pollitas de un día, las cuales se vacunan y se colocan en el galpón de levante en donde duran entre 18 y 20 semanas; luego son trasladadas a los galpones de producción donde son controladas de acuerdo al programa de encasetamiento hasta la semana 80. Al final del ciclo se venden como gallinas de descarte (las que ya cumplieron su vida productiva) y se retira la gallinaza de los galpones (Aguilera, 2014).

En la figura 1 se muestra el procedimiento que se lleva en una granja de gallinas ponedoras:

**Figura 1. Granjas de ponedoras de huevos de mesa**



Fuente Minambiente (2013).

## 1.2 ACTUALIDAD NACIONAL

De acuerdo a lo planteado en su informe, Ávila (2015), afirma que el sector avícola en el 2014, registró un crecimiento de 5.6%, por subsectores, el crecimiento fue del 6.7% en

pollo, y 3.6% en huevo. En el subsector huevo implicó llegar a una producción de 11.529 millones de unidades

El huevo es un insumo fundamental para diversas industrias y la innovación en el desarrollo de nuevos productos es uno de los retos a los cuales se enfrenta esta industria. (Cámara de Comercio de Cali, 2014)

Con respecto a las investigaciones realizadas por Ávila (2015), afirma en su informe que uno de los principales problemas en la lista de los avicultores es el sanitario. Problemática en la cual se sumaron varios factores. De un lado, el precario control en frontera sobre el flujo de animales vivos de Venezuela y, de otro, la debilidad institucional en el ICA para realizar un control sanitario efectivo en las granjas, tanto en las de traspatio como de pequeños productores. Afirma que en ese año hubo un vacío regulatorio y ausencia de controles gracias a la suspensión del ICA a la Resolución 3642 de 2013 cuyo objeto es el siguiente: “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de productores de granjas avícolas bioseguras, plantas de incubación, licencia de venta de material genético aviar”.

### 1.3 NORMATIVIDAD

La Norma Técnica Colombiana ICONTEC NTC 1240 establece la clasificación y la selección de los huevos frescos. Esta clasificación se establece de la siguiente manera:

1.3.1 Definición de huevo fresco: huevos que observados por transparencia en el ovoscopio, se presentan absolutamente claros, sin sombra alguna, con yema apenas perceptible y una cámara de aire que no sobrepasa la altura establecida en los requisitos. La cáscara debe ser fuerte y homogénea.

1.3.2 Clasificación: los huevos frescos se clasifican, de acuerdo con su masa, como se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1. Clasificación de los huevos según su masa.**

<b>Tamaños</b>	<b>Masa en gramos</b>
Extra	69 en adelante
AA	63 a 68,9
A	56,0 a 62,9
B	50,0 a 55,9
C	45,0 a 49,9
D	menos de 45

Fuente NTC 1240. Huevos de gallina frescos para consumo.

1.3.3 Designación: con la designación general de huevos frescos, sólo podrán expendirse los huevos de gallina frescos, limpios y que no hayan sido sometidos a ningún tratamiento.

1.3.4 Condiciones generales: los huevos frescos para consumo deben estar libres de contaminación.

### 1.3.5 Requisitos

1.3.5.1 Los huevos frescos para consumo, en sus diferentes tamaños, deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 2.

**Tabla 2. Requisitos mínimos para los huevos de gallina.**

Requisitos	Mínimos
CASCARÓN	Entero, limpio, ligeramente anormal en su forma y con pequeñas áreas manchadas.
CÁMARA DE AIRE, ESPESOR, MÁX, EN mm	9
CLARA, (TRANSPARENCIA AL AVOSCOPIO)	Transparente, limpia, de poca firmeza y ligeramente líquida.
YEMA (TRANSPARENCIA AL OVOSCOPIO)	Yema visible solamente como sombra, sin contornos claros, al mover el huevo no deberá alejarse mucho del centro.

Fuente NTC 1240. Huevos de gallina frescos para consumo.

1.3.5.2 De acuerdo con la clasificación indicada en el numeral anterior, se tolerará un 6 % de huevos con defectos graves y un 10 % de huevos con defectos leves. Véase la tabla 3.

**Tabla 3. Clasificación de defectos en los huevos.**

Defectos graves		Defectos leves
CASCARÓN	Roto, manchado en más de un 25 % de su superficie, consistencia blanda, color anormal.	Pequeñas áreas manchadas forma ligeramente anormal superficie rugosa, color no uniforme
CÁMARA DE AIRE	Altura mayor de 15 mm.	Altura mayor de 9 mm pero inferior a 15 mm.
CLARA	Completamente acuosa y sin adherencia .	Ligeramente acuosa y poco adherida
YEMA	Descentrada, aumentada de tamaño, con contorno.	Ligeramente descentrada, sin contornos claros y visibles.
YEMA	Contornos claros y visibles desarrollo microbiano , manchas de sangre.	

Fuente NTC 1240. Huevos de gallina frescos para consumo.

### 1.3.6 Toma de muestras y recepción del producto

1.3.6.1 Toma de muestras: se efectuará según lo indicado en la NTC 1236.

1.3.6.2 Aceptación o rechazo: Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se considerará no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

### 1.3.7 Ensayos:

Los ensayos para determinar la calidad interna del huevo y las cualidades del cascarón, se efectúan mediante el alumbrado con el ovoscopio.

### 1.3.8 Empaque y rotulado:

1.3.8.1 Empaque: Los huevos se empacarán en cajas o bandejas de material apropiado, con compartimientos que permitan colocar el huevo verticalmente.

1.3.8.2 Rotulado: Los huevos frescos deberán distribuirse y expendirse debidamente identificados, en el rótulo deberá indicarse el tamaño del huevo, según lo indicado en la tabla 1. También el nombre y dirección del productor o distribuidor.

## 1.4 MICROBIOLOGÍA DEL HUEVO.

Los huevos producidos en sistemas alternativos son de gran interés en la industria, porque se elevan los precios y genera mayor ganancia a los productores; sin embargo, no se maneja mucha información acerca de los problemas microbiológicos asociados con este tipo de prácticas de producción (De Reu, Grijspeerdt, Heindryckx, Uyttendaele y Herman, 2015).

Se considera contaminación, en su sentido más amplio, la presencia extraña de un elemento vivo o inerte en otro y que modifica las cualidades de este último, con consecuencias tanto

funcionales (pérdida de propiedades tecnológicas, de valor nutritivo y de valor comercial) como de tipo sanitario (intoxicaciones) (Ruíz y Torres, 2010).

Ruiz y Torres (2010), también describieron los diferentes tipos de contaminación que pueden ocurrir en el huevo, los cuales son:

- “Contaminación química, no detectable a simple vista al localizarse en el interior del huevo, unida químicamente a sus componentes (residuos de insecticidas, metales pesados, medicamentos de uso veterinario, etc.).
- Contaminación física, fundamentalmente suciedad por restos de heces y/o de orina, plumas, manchas de sangre, etc.
- Contaminación microbiológica, tanto por bacterias como por hongos procedentes de la propia gallina, de las superficies de contacto o del ambiente.”

En el momento de la oviposición, la parte interna del huevo es estéril, pero puede llegar a contaminarse al momento de entrar en contacto con el ambiente, siempre y cuando existan las condiciones apropiadas para el ingreso de estos microorganismos al interior del huevo, donde pueden crecer y alterar su contenido. (Musgrove, Northcutt, Jones, Cox y Harrison. 2008.)

De manera general, la contaminación microbiana del huevo puede producirse por tres vías:

Transovárica: contaminación, poco frecuente, de la yema por microorganismos que se encuentran en el ovario de la gallina. Se produce en el proceso de formación.

Oviductal: contaminación de la membrana vitelina y/o albumen durante su paso por el oviducto. Esta vía es la más relevante en la contaminación por *S. enteritidis*.

Transcascárida: contaminación posterior a la puesta, cuya causa suele ser ambiental. Es la forma más habitual de contaminación del huevo. (Ruíz y Torres, 2010)

Las alteraciones o putrefacciones más frecuentes, como generalmente se las denominan, causadas por bacterias son las siguientes:

Putrefacción verde: producida por *Pseudomona Fluorescens*, la clara adquiere un color verdoso y la yema se mezcla con la clara. Emite olores a fruta.

Putrefacción incolora: producida por géneros de *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes* y por algunas bacterias coliformes. Estas rompen la pared de la yema y hace que se mezcle con la clara. El olor depende de la bacteria que haya intervenido.

Putrefacción negra: producida por *Proteus*, *Pseudomonas* y *Aeromonas*. Es una alteración producida por huevos que se mantienen a temperaturas elevadas. La clara se muestra acuosa y la yema presenta disgregación y tonalidad negra. Produce olores fuertes a ácido sulfhídrico. (Pascual y Calderón, 2000)

Frente a estas contaminaciones por microorganismo alterantes, tiene mucha más importancia la contaminación del huevo por agentes infecciosos patógenos para el hombre; *Salmonella spp.* procedente de las heces, que suele penetrar a través de la cáscara y en ocasiones por vía transovárica; *Staphylococcus spp.* y *Listeria monocytogenes*, que podría causar graves infecciones en productos recontaminados (Ruíz y Torres, 2010)

## 2. *Salmonella* EN LA AVICULTURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

*Salmonella*, en el ámbito mundial, está asociada con mucha frecuencia a las enfermedades diarreicas, las cuales continúan siendo una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad sobre todo en lactantes, niños y ancianos. Se ha estimado que en Asia, África y Latinoamérica, dependiendo de factores socioeconómicos y nutricionales, la probabilidad de que un niño muera por enfermedad diarreica antes de los 7 años pueda llegar al 50% (Parra y Johny, 2002). Las infecciones agudas del tracto gastrointestinal están consideradas como una de las enfermedades más frecuentes en Colombia.

Parra y Johny (2002), describen a los microorganismos del género *Salmonella* como bacilos, Gram negativos, anaerobios facultativos, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. Donde su tamaño oscila de 0,3 a 1 um x 1,0 a 6,0 um. Son móviles debido a la presencia de flagelos peritricos, a excepción de *S. gallinarum* y *S. pullorum*. Poseen un metabolismo oxidativo y fermentativo. Se multiplican bien en medios ordinarios. Las colonias se encuentran al cabo de 18 a 24 horas y de 2 a 3 um de diámetro salvo algunos serotipos que producen colonias enanas.

Prácticamente todos los animales vertebrados, (mamíferos y aves) son susceptibles a la *Salmonella*, por lo cual pueden servir de reservorio de infecciones para el ser humano. (Rodríguez, 2005)

En base a la investigación realizada por Coburn, Grassl y Finlay (2006), existen más de 2500 serovares de *Salmonella enterica*, las cuales estas se encuentran subdivididas en 6 subespecies como se observa en la tabla 4 que se presenta a continuación:

**Tabla 4. Clasificación de *Salmonella enterica* en sub especies.**

<b><i>Salmonella enterica</i></b>	<i>S. enterica</i> subsp <i>enterica</i> (Subespecies I)
	<i>S. enterica</i> subsp <i>salamee</i> (Subespecies II)
	<i>S. enterica</i> subsp <i>arizoanae</i> (Subespecies IIIa)
	<i>S. enterica</i> subsp. <i>diarizonae</i> (subespecies IIIb)
	<i>S. enterica</i> subsp. <i>houtenae</i> (subespecies IV)
	<i>S. enterica</i> subsp <i>indica</i> (subespecies VI)

Fuente: Agasan *et al* 2002. Tomado de Ministerio Protección Social. 2011.

Según Ellermeier y Slauch (2006), muchos aislamientos que se realizaron de humanos y animales de sangre caliente se relacionaron con la subespecie I: *Salmonella enterica* sub *enterica*; el 99% de las salmonelosis se relacionan con este grupo.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA

### 2.2.1 Crecimiento:

2.2.1.1 Temperatura: *Salmonella* puede crecer entre 7-49°C, su crecimiento se ve reducido a < 15°C (Lake, Hudson y Cressey, 2002). Las temperaturas más bajas a las que se ha señalado su existencia de crecimiento son de 5,3 a 6,2 °C. No toleran elevadas concentraciones de sal. *Salmonella* puede ser destruida a las temperaturas de pasteurización de la leche (Linder, 1995).

2.2.1.2 pH: *Salmonella* crece a un pH que varía de 4 a 9, la tolerancia al ácido de esta bacteria depende del tipo y tamaño del ácido al cual se expone el microorganismo, y por factores como la temperatura y sustancias como los nitritos (Lake, et al, 2002). Para que su crecimiento sea óptimo, *Salmonella* necesita de un pH entre 6,6 y 8,2 (Parra, Durango y Mattar, 2002).

2.2.1.3 Condiciones atmosféricas: *Salmonella* se clasifica como anaerobio facultativo (Ellermeier y Slauch, 2006). El crecimiento bajo atmósferas de nitrógeno es ligeramente menor a las condiciones aeróbicas. Puede crecer de 8 a 11 °C con concentraciones de 20 a 50% de CO<sub>2</sub>, su crecimiento se ve retardado cuando hay un 80% de CO<sub>2</sub> en el aire (Lake, Hudson y Cressey, 2002).

2.2.1.4. Actividad de agua (aw): *Salmonella* puede multiplicarse en aw que van desde 0.94 hasta 0.995 y puede persistir en alimentos con aw inferiores a 0.94 como chocolate, nueces y mantequillas (Lake, Hudson, & Cressey, 2002).

En la tabla 5 se muestran las condiciones de crecimiento que tiene *Salmonella* en los diferentes factores que posee el agua.

**Tabla 5. Condiciones de crecimiento de *Salmonella*.**

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	5,2	35-43	46,2
pH	3,8	7-7,5	9,5
Actividad del agua	0,93	0,99	>0,99

Fuente Elika, (2013).

## 2.2.2 Sobrevivencia:

*Salmonella* crece en alimentos (especialmente si tiene un alto contenido de proteína como el pollo y el huevo), así como en superficies de la industria de alimentos. La habilidad de *Salmonella* para sobrevivir en la cadena agroalimentaria se debe en parte a su capacidad para responder efectivamente a los cambios medioambientales (Humphrey, 2004).

2.2.2.1 Temperatura: *Salmonella* puede sobrevivir por largos periodos a temperatura de refrigeración, especialmente en alimentos que tengan grasa. (Citado Oscar, 2009)

2.2.2.2 pH: En la tabla 6 se presentan los rangos de pH donde puede crecer *Salmonella* en función del tipo de ácido empleado. Es importante señalar en función de la serovariedad *S. Typhimurium* es la más resistente hasta ahora reportada. (Ministerio de la Protección Social, 2011)

**Tabla 6. pH mínimo que permite el crecimiento de *Salmonella* bajo condiciones óptimas.**

Tipo de pH	pH mínimo
Acido clorhídrico	4,05
Acido cítrico	4,05
Acido tartárico	4,1
Acido glucónico	4,2
Acido fumárico	4,3
Acido málico	4,3
Acido láctico	4,4
Acido succínico	4,6
Acido glutárico	4,7
Acido adipico	5,1
Acido pimélico	5,1
Acido acético	5,4
Acido propiónico	5,5

Fuente: Ministerio de la Protección Social, (2011).

## 2.3 INACTIVACIÓN

2.3.1 Temperatura: La muerte de la *Salmonella* puede presentarse en los procesos de congelación, pero puede permanecer viable durante este proceso, por lo que debe tenerse en cuenta que la congelación no garantiza su muerte (Ministerio de la Protección Social, 2011,).

2.3.2 Cloruro de Sodio: Concentraciones superiores a 9% de cloruro de sodio resultan bactericidas para *Salmonella* (Ministerio de la Protección Social, 2011).

2.3.3 Actividad de agua: El número de *Salmonella* disminuye a medida que disminuye el  $a_w$  de los alimentos. Valores bajos de  $a_w$  parecen tener un efecto protector sobre *Salmonella* (Lake, Hudson y Cressey, 2002).

2.3.4 Conservantes: *Salmonella* inhibe su crecimiento en presencia de 0.1% de ácido acético a pH 5,1. Concentraciones de ácido láctico del 5% sobre la piel de pollo, resultan eficaces para inhibir a *S. enteritidis* después de 4 horas de tratamiento (Ministerio de la Protección Social, 2011).

2.3.5 Radiación: La resistencia de *S. Typhimurium* a la radiación gama se redujo cuando se aumentó la dosis de radiación y reduciendo las condiciones de almacenamiento en refrigeración. (Spoto, Gallo, Alcarde, do Amaral, Blumer, Melges y Domarco, 2000).

## 2.4 FUENTES DE TRANSMISIÓN

2.4.1 Humanos: La excreción de *Salmonella* Typhimurium en pacientes después de haber sufrido salmonelosis puede durar hasta 110 días (Murase, Yamada, Muto, Matsushima, & Yamai, 2000).

Por otra parte, se produce contaminación fecal-oral de persona a persona y han ocurrido brotes de salmonelosis en centros de salud por la falta de atención al lavado de las manos. En contraste con el alto riesgo de *Salmonella* no tifoidea por los trabajadores de asistencia de salud y las personas que manipulan alimentos, la transmisión de neonatos y lactantes a través de madres y otros miembros de la familia. (Parra, Durango y Máttar, 2002)

2.4.2 Animal: La enfermedad se presenta en todos los animales y ocurre a nivel mundial. Los animales son a la vez importantes como reservorios de la infección humana, la cual es adquirida por vía oral al ingerir bebidas y comidas contaminadas, especialmente aves y huevos. (Parra, Durango y Máttar, 2002) Muchas infecciones en animales pasan asintomáticas. Los animales pueden infectarse al recibir concentrados contaminados con *Salmonella* (Lake, Hudson, & Cressey, 2002, p. 63).

2.4.3 Alimentos: La carne de pollo y otros tipos de carne (res, pavo) provenientes de animales infectados son un importante vehículo de salmonelosis. (Ministerio de la Protección Social, 2011) Cualquier alimento susceptible de contaminación de origen fecal

puede transmitir la infección, la dosis infectiva suele ser muy elevada y depende de la virulencia de la cepa. (Parra, Durango y Máttar, 2002)

2.4.4 Medio ambiente: La *Salmonella* proveniente de las heces de animales puede permanecer en pastos y aguas, contaminando de esta manera otros animales, los insectos puede ser un vehículo de contaminación al posarse sobre las heces contaminadas y llevarlas a múltiples lugares. Este ciclo favorece la diseminación de *Salmonella*, llegando de esta manera al hombre (Lake, Hudson, & Cressey, 2002, p. 63).

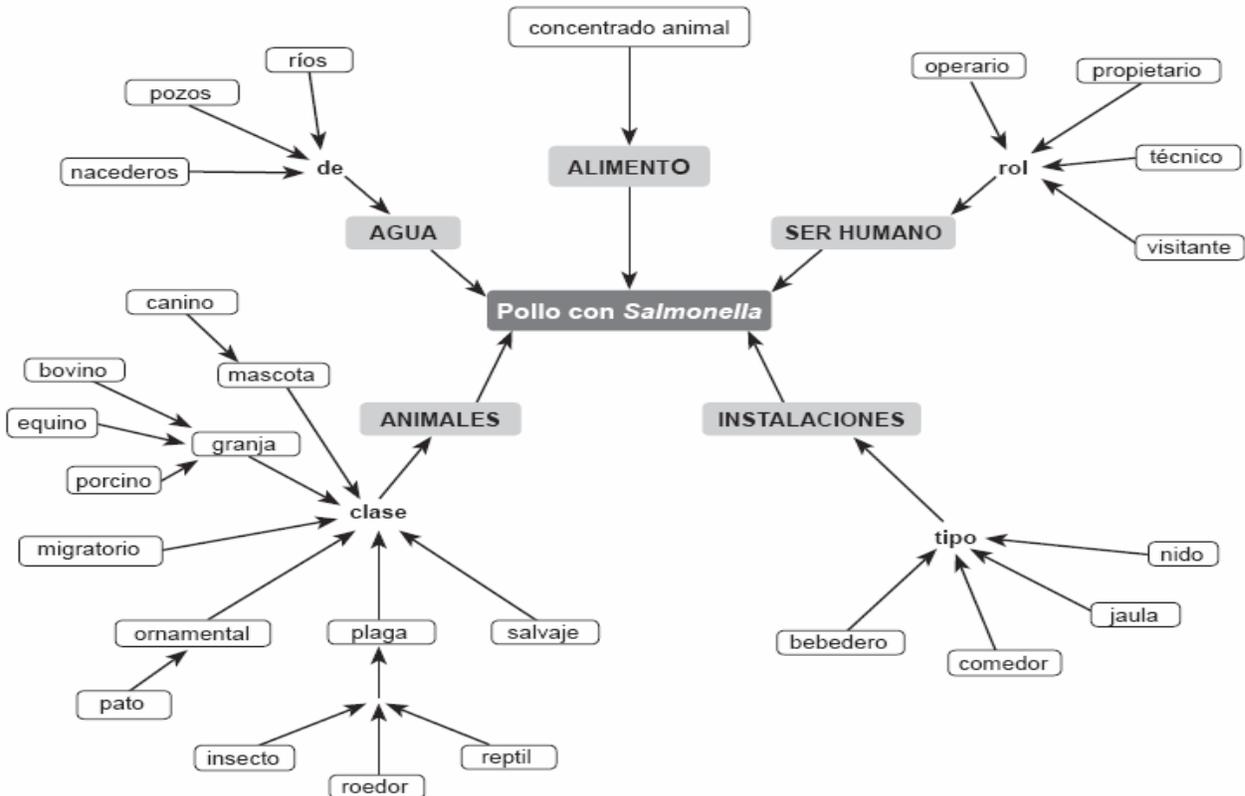
## 2.5 RUTAS DE TRANSMISIÓN:

*Salmonella* puede ser transmitida principalmente a los humanos por el consumo de alimentos contaminados. Se estima que el 90-95% de los casos de salmonelosis están asociados al consumo de alimentos contaminados (Noda , Murakami, Ishiguro y Asai, 2010).

Uno de los principales vectores para la contaminación del alimento es la mosca doméstica. Olsen (2000), en un estudio, analizó especies de moscas domésticas recolectadas en granjas de gallinas de postura que habían sido relacionadas con brotes de *S. enteritidis* en la ciudad de Washington. Recolectó las moscas en caldos nutritivos, y encontró en un muestreo de 15 caldos de moscas domésticas, dos caldos positivos a *Salmonella enteritidis* y otros tres caldos positivos a los serotipos Infantis y Heidelberg. (Olsen & hammark, 2000)

En la figura 2 se muestran las diferentes rutas de contaminación se *Salmonella* en las granjas.

**Figura 2. Fuentes de contaminación en granja.**



Fuente documento sobre el Perfil de Riesgo de la *Salmonella* ssp. (no tifoideas). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, UEIRA, 2011.

## 2.6 SEROVARIEDADES DE *Salmonella* ssp.

Debido a la diversidad de los serovares identificados, la Organización Mundial de la Salud (OMS) han propuesto una clasificación basada en las combinaciones de los antígenos que posee somático (O), flagelar (H) y capsular (K), este sistema se conoce como el Kauffman-White.

Los serovares de *Salmonella enterica* son normalmente escritos por su nombre corto, el cual incluye el nombre del serovar, por ejemplo, *Salmonella enterica* subs *enterica* serovar Typhimurium se denota como *S. Typhimurium*. Adicionalmente, los subtipos son útiles para conocer la distribución geográfica de este microorganismo y estos se realizan mediante fagos específicos. (Olsen & hammark, 2000).

La clasificación serológica (esquema de Kauffmann-White) se efectúa sobre la base de los antígenos O y H. Cada bacteria tiene un patrón específico para los epitopos de O y H en base al cual se establece un esquema de tipificación. Algunos serotipos sólo producen un único tipo de antígeno H, siendo, en consecuencia, monofásicos, mientras que otros pueden producir alternativamente dos tipos de antígenos H, por lo que se denominan bifásicos. Mediante el uso de reacciones antígeno-anticuerpo se determina la fórmula antigénica de una cepa y, a partir de dicha fórmula, se la clasifica en serovar o serotipo siguiendo el esquema propuesto originalmente por Kauffman y White que agrupa todas las serovariedades conocidas. (Comité Científico de Seguridad Agroalimentaria de la CAE, 2008)

Durante el período de enero a diciembre de 2007, el Instituto Nacional de Salud confirmó un total de 450 cepas de *Salmonella sp.*, provenientes de 14 Laboratorios de Salud Pública departamentales y del Distrito Capital. La identificación por serotipo reveló 33 serotipos diferentes, siendo los más prevalentes *Typhimurium* (45,8%), *Enteritidis* (21,3%) y *Typhi* (8,4%). En síntesis en Colombia, entre los 10 serotipos prevalentes de *Salmonella* se destacan Typhimurium, Enteritidis y Typhi que representan el 75% del total de los aislamientos (Instituto Nacional de Salud, 2009).

## 2.7 MECANISMOS DE ADHERENCIA

La supervivencia de un microorganismo en un nicho determinado depende de la habilidad para adherirse. La adherencia microbiana requiere de un receptor en la célula eucariota del hospedador y de una molécula de superficie del microorganismo que lo adhiera al receptor (adhesinas). Las adhesinas de la bacteria tienen una estructura que les permite reconocer receptores de las células del hospedador, con una estereoquímica específica. Esta unión determina los hospedadores y el organotropismo de las bacterias. En las bacterias se puede encontrar una amplia variedad de adhesinas, las cuales se clasifican en dos grandes grupos: adhesinas fimbriales y adhesinas no fimbriales. En general, las adhesinas de bacterias Gram negativas son: fimbria, fibrilla, flagelo, lipopolisacárido (LPS) y cápsula. (Comité Científico de Seguridad Agroalimentaria de la CAE, 2008)

Las fimbrias y los pelos (pili) presentan una estructura similar a los flagelos pero no confieren movilidad. Las fimbrias son considerablemente más cortas que los flagelos y mucho más numerosas. Los pelos o pili son estructuralmente similares a las fimbrias pero por lo general más largos, y solamente existen unos pocos sobre la superficie de una célula. Ambas estructuras contribuyen a la fijación de algunas bacterias patógenas a los tejidos. *Salmonella* expresa una amplia variedad de fimbrias de diferente especificidad de unión. La presencia de cápsula y flagelo en *Salmonella* depende del serovar en cuestión. Los antígenos flagelares (H) son de los principales antígenos ante los cuales se dirige la respuesta inmune en el intento del hospedador de luchar contra la infección bacteriana. La

mayoría de los serotipos de *Salmonella* son bifásicos, es decir, presentan dos tipos de antígenos H. (Comité Científico de Seguridad Agroalimentaria de la CAE, 2008)

## 2.8 MECANISMOS DE TRANSMISION DE *Salmonella*.

2.8.1 En el ave: Después de la ingesta de agua o alimentos contaminados, *Salmonella* inicia su ciclo de infección invadiendo al hospedador a través de tejido linfoide, incluyendo las placas de Peyer y tonsilas cecales en las aves. Muchos microorganismos patógenos son capaces de entrar y sobrevivir dentro de las células eucarióticas. *Salmonella* se dirige a células hospedadoras que no son normalmente fagocíticas como la superficie de la capa mucosa de células epiteliales. (Comité Científico de Seguridad Agroalimentaria de la CAE, 2008)

2.8.2 En el huevo: El contenido interno de los huevos recién puestos es generalmente estéril. Al momento de la ovoposición, los huevos tienen cierto grado de contaminación en la superficie debido al paso a través de la cloaca de la gallina. No obstante, en un período de tiempo relativamente corto después de la puesta, en su exterior se pueden encontrar gran cantidad de microorganismos que, bajo condiciones apropiadas pueden penetrar en los huevos, crecer en su interior y alterarlos. Entre las bacterias encontradas en los huevos existen representantes de géneros tales como *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium* y *Staphylococcus*. (Musgrove, Northcutt, Jones, Cox y Harrison , 2008)

El riesgo de que un huevo de gallina se contamine por bacterias es mayor de lo que comúnmente podría pensarse. Existen tres posibles vías por las cuales los microorganismos pueden contaminar los huevos: transmisión vertical, horizontal y lateral.

2.8.2.1 Transmisión vertical: es la contaminación directa del contenido interno del huevo; yema, albúmina y membrana de la cáscara, antes de la oviposición donde el sitio de infección, son los órganos reproductivos donde se encuentre la bacteria. (Baba, Tani, Mizumoto y Sasai, 2005)

2.8.2.2 Transmisión horizontal: se lleva a cabo cuando *Salmonella* Enteritidis u otros microorganismos penetran el cascarón que ha sido contaminado con las heces de la gallina depositadas en el exterior del huevo al pasar a través de la cloaca. Adicionalmente, *Salmonella* Enteritidis puede penetrar los poros del cascarón (si está presente en la superficie del huevo) a medida que este se va enfriando, antes de que se seque la cutícula. Después de que está formado el cascarón, *Salmonella* sp. se establece en el interior del huevo antes de que se desarrolle en la superficie la barrera de proteína que previene la invasión de bacterias, lo cual permite que este microorganismo colonice y sobreviva en el contenido interno del huevo. (De Reu, Grijspeerdt, Messens, Heyndrickw, Uyttendaele, Debevere y Herman, 2006).

2.8.2.3 Transmisión lateral: Es una ruta de infección que ocurre por contaminación a través del alimento, agua, e instalaciones o vectores, como por ejemplo, aves silvestres, roedores, animales domésticos y humanos. La penetración al interior del huevo por *Salmonella* y otras bacterias aumenta con la duración del contacto con material

contaminado, especialmente durante el almacenamiento a altas temperaturas y alta humedad relativa. (Lublin y Sela, 2008)

#### 2.8.2.4 Supervivencia de *Salmonella* en el huevo contaminado:

En el caso particular del huevo de gallina como fuente de transmisión, diversos estudios han establecido un inusual tropismo de *Salmonella* sp. por el tracto reproductivo de la gallina, principalmente las glándulas tubulares del oviducto superior, originando así la producción de huevos contaminados (Rincón, Ramirez y Vargas , 2011).

Una vez *Salmonella* se establece dentro de los huevos formados en el oviducto, debe buscar estrategias que aseguren su supervivencia. De esta manera se localiza en la albúmina, migra a través de ella y penetra la membrana vitelina hasta alcanzar la yema, para ello es necesario contar con mecanismos que le permitan enfrentar el contenido de péptidos antimicrobianos como la lisozima, la ovotransferrina y el alto pH, presentes en la albúmina. (Rincón, Ramirez y Vargas , 2011).

Smith y Musgrove (2008) reportan que la temperatura y el tiempo de almacenamiento son determinantes en el incremento del número de microorganismos tanto en la cáscara como en el interior del huevo, ya que cuando este envejece, la cutícula se contrae y deja los poros expuestos a la presencia de patógenos en el cascarón, cuyo crecimiento se ve favorecido por temperaturas entre 25°C y 35°C, y que la sangre podría ayudar a un posible incremento de *Salmonella* en el interior del huevo, probablemente en la albúmina.

### 3. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN PARA *Salmonella sp.*

En la lucha contra la *Salmonella*, en cada explotación debe seguirse con todo rigor un Programa de Bioseguridad concebido por un profesional experimentado y el director de la explotación que incluya un conjunto de medidas que afecten a la granja, el entorno, los animales, el personal, los vehículos, etc., con el fin de evitar la entrada y difusión de agentes infecciosos (Rodríguez, 2010).

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), afirma que Los avicultores en Colombia tienen una visión positiva de la bioseguridad, pero son escépticos en invertir en medidas de bioseguridad, debido a los altos costos inmediatos que lleva implementar un sistema como este, pero sin tener en cuenta los beneficios futuros que se obtendrán. Los principios básicos y prácticas generales de bioseguridad deben ser aplicados dentro de toda la cadena de producción aviar como un sistema en granjas (abuelas, reproductoras y comerciales), plantas de incubación y plantas de procesamiento de aves (plantas de beneficio).

El ICA resalta, que para que el sistema sea exitoso, los objetivos deben ser comprendidos y ejecutados por los diferentes actores del proceso y, ante todo, debe haber un compromiso de todos para su implementación. En Colombia se hace imprescindible el continuo mejoramiento de los sistemas de bioseguridad, dadas la expansión y la importancia que ha tomado la avicultura en las últimas décadas, con el fin de evitar brotes de enfermedades exóticas, donde se tengan que tomar medidas drásticas de emergencia, sin una buena planificación y con resultados desastrosos e impredecibles.

En la medida de lo posible, los productores podrían identificar y evaluar los alrededores próximos y el uso anterior (tanto interno como externo) del establecimiento de postura de

huevos, a fin de identificar los peligros. Asimismo, deberían identificarse las posibles fuentes de contaminación provenientes del establecimiento de postura de huevos, incluidos los alrededores inmediatos. Esto podría incluir la contaminación relacionada con los usos precedentes de la tierra, la presencia de contaminantes, agua superficial contaminada, posibles peligros microbianos y productos químicos a causa de la contaminación fecal, y otros desechos orgánicos que pudieran introducirse en el establecimiento de postura de huevos. Esto es de particular importancia en el caso de las aves domésticas que se alimentan en campo abierto. (FAO, 2007)

### 3.1 MEDIDAS DE PREVENCION

Según menciona la FAO (2007), la gestión de los lotes de aves es de fundamental importancia en la reducción del riesgo de enfermedades humanas causadas por el consumo de huevos.

Entre las medidas de prevención contra las enfermedades, la FAO (2007) menciona las siguientes:

- Evaluar el estado de salud de las aves domésticas en relación con las enfermedades avícolas y, cuando sea factible, la colonización por organismos patógenos transmisibles a los seres humanos y, siempre, teniendo medidas para asegurar la utilización exclusiva de aves sanas.

- Tomar medidas preventivas, incluido el control del acceso humano, a fin de reducir el riesgo de transmisión, a, de o entre lotes, de microorganismos que pudieran influir en la inocuidad de los alimentos.
- Examinar los lotes con regularidad y retirar las aves muertas y enfermas, aislando a las aves enfermas, e investigar las causas sospechosas o desconocidas de enfermedad o muerte para evitar el aumento de casos.
- Desechar las aves muertas de manera que se evite el reciclaje de enfermedades al lote de ponedoras bien sea por plagas o bien por los manipuladores de aves.
- Tratar las aves solamente con medicamentos veterinarios cuando esté permitido, prescritos por un veterinario, y de manera que no influyan a perjudicar en la inocuidad e idoneidad de los huevos, incluida la observancia del período de retirada especificado por el fabricante o el veterinario.
- Particularmente para los países donde la *Salmonella* Enteritidis ha sido asociada con aves de corral o huevos, realizar vigilancia mediante ensayos fecales y el uso de un protocolo de vacunación, lo que podría reducir el riesgo de enfermedades humanas. Si se utiliza una vacuna, ésta debería estar aprobada por la autoridad competente. La vigilancia puede incluir además pruebas ambientales de la cama, el polvo, los ventiladores, etc.
- Desechar, de manera inocua, los huevos de lotes infectados que se encuentren todavía en producción y que representen un riesgo para la salud humana o avícola o desviarlos específicamente a un tipo de elaboración que asegure la eliminación de un peligro.

- Cuando sea factible, destruir los lotes positivos de *Salmonella* Enteritidis.
- Asegurarse de que los visitantes, según corresponda, utilicen ropa y calzado de protección y que se cubran la cabeza para reducir el riesgo de introducción de peligros o la propagación de peligros entre lotes. (FAO, 2007)

## 3.2 ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN

### 3.2.1 Lavado del huevo:

El lavado de los huevos es una práctica utilizada comercialmente en los Estados Unidos, Canadá y Australia, y más recientemente en Japón. El lavado de la cáscara del huevo suele ser un proceso continuo y se puede dividir en 4 fases: humectación de la cascara del huevo, el lavado, el enjuague y el secado (Berardinelli, Cevoli, Fabbri, Guerzoni, Manfreda, Pasquali, Ragni y Vanini, 2011,).

Durante la etapa de humectación, los huevos, son colocados en una cinta transportadora, se rocían con agua tibia para eliminar la materia fecal de la cáscara. La etapa de lavado incluye el uso de agua de por lo menos 32,2 ° C para asegurar una limpieza adecuada de la cáscara (el agua debe ser por lo menos 11 ° C más caliente que el huevo). Durante el enjuague, se rocía la cáscara del huevo con agua limpia, a aproximadamente 60 ° C, que contengan cloro o compuestos de amonio cuaternario. El secado es el último paso, incluida

la eliminación mecánica de agua de la superficie del huevo con aire filtrado caliente. (Berardinelli, et al, 2011).

La eficacia del lavado del huevo depende de diversos factores como la temperatura y el pH del agua, el ajuste del equipo, las características del desinfectante, detergente y agentes tensoactivos utilizados durante el proceso. (Berardinelli, et al, 2011).

Para realizar el lavado del huevo se deben tener en cuenta el desinfectante que se pretende utilizar para el saneamiento, como su modo de acción, debe conocerse sus efectos y saber si son los deseados al utilizarlos, y verificar si la sustancia activa es el resultado de una combinación de diferentes productos, es decir, si es necesario realizar una combinación para lograr resultados. (Berardinelli, et al, 2011).

3.2.2 Desinfectantes: Un desinfectante puede definirse como un producto que reduce el número de microorganismos viables (pero no esporas) sobre una superficie, a un nivel especificado como apropiado para su uso posterior (Møretro, Heir, Nesse, Vestby y Langsrud, 2011). Es ideal para entornos de producción o preparación de alimentos, debe ser seguro a utilizar (toxicidad, hipoalergenicidad e inflamabilidad), no debe tener ningún impacto negativo sobre la superficie de los materiales (corrosividad, coloración y reactividad), ser estable durante el almacenamiento y en una amplia gama de pH y temperatura, ser robusto a los factores ambientales (suelo, agua y dilución) y tienen un amplio espectro de actividad. Diferentes desinfectantes se utilizan en procesos abiertos y cerrados, y sus componentes deben ser fácilmente degradables después de su uso (Møretro, 2011).

Se utilizan una gama de diferentes desinfectantes y los grupos principales y algunas de sus propiedades se dan en la tabla 7.

**Tabla 7. Propiedades de los componentes activos en los desinfectantes utilizados en la industria alimenticia y ambientes domésticos.**

Biocide class	Active agent	Foam	Corrosive	Activity reduced by hard water	Activity reduced by soil	Mechanism of action
Oxidisers	Chlorine-releasing compounds (hypochlorous acid, chlorine dioxide)	-	++	-	++	Oxidation of thiolgroups in enzymes and proteins, inhibition of DNA synthesis
	Hydrogen peroxide, peracetic acid, ozone	-	++	+	++	Formation of free radicals reacting with thiolgroups of enzymes and proteins, DNA strand breakage
Surfactants	Quaternary ammonium compounds, amphoteric tensides, acid anionic	+	-	++	+	Membrane damage, leaking of cellular constituents
Alcohols	Ethanol	-	-	-	+	Membrane damage, denaturation of proteins

Fuente *Møretø, T. et al. (2012).*

3.2.2.1 **Acido Peracético (PAA):** es apreciado como un agente oxidante fuerte y muy apto para la desinfección. La sustancia se produce en un volumen muy alto, aunque gran parte de este ácido se utiliza como un reactivo químico para otros fines. Se considera más potente que el peróxido de hidrógeno, en concentraciones más bajas. Generalmente, es eficaz en microorganismos como bacterias, virus, esporas bacterianas, y protozoos. Debido a que los radicales libres son altamente reactivos, el PAA probablemente inhibe o mata microorganismos por varios mecanismos. (Wessels e Ingmer, 2013).

Kyanko, Russo, Fernández y Pose (2010) mencionan algunas de las ventajas que posee el ácido Peracético para su utilización. Una de las más importantes es que no afecta el medio ambiente, ya que se descompone en agua, ácido acético y oxígeno. Para desinfectar se requieren bajas concentraciones (0,26-0,35%), por lo que su durabilidad es mayor. Debido a sus componentes, ha sido declarado por la FDA como desinfectante directo de frutas y

verduras. Es menos corrosivo que otros productos de desinfección como el cloro. No mancha y como no es generador de espuma, es de fácil lavado.

Posee pocas desventajas, una de ellas es su fuerte olor a vinagre cuando se encuentra concentrada y en esta condición se debe tener una correcta manipulación o puede ser causante de quemaduras, ulceraciones e irritaciones en la piel, mucosas, ojos y tractos respiratorio y gastrointestinal. (SENASA, 2006).

En la tabla 8, se mencionan las ventajas y desventajas de este tipo de productos como desinfectante.

**Tabla 8. Ventajas y desventajas de los ácidos usados como desinfectantes.**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Neutralizan el exceso de alcalinidad, después de aplicar el limpiador.	Cuando aumenta el pH no son tan eficaces contra termofilos
Evitan la formación de depósitos alcalinos.	Pierden toda su eficacia contra residuos alcalinos o surfactantes catiónicos.
Reaccionan con las bacterias debido a que poseen diferente carga.	
De acción rápida contra levaduras y virus	
Tiene propiedades humectantes por lo tanto no corroe.	
No son afectados por aguas duras ni materia orgánica.	

Fuente Morales, (2007).

3.2.2.2 Compuestos de amonio cuaternario (QACs): En la actualidad, estos compuestos son la mayor clase de tensioactivos catiónicos utilizados como ingredientes en suavizantes,

antiestáticos, desinfectantes, biocidas, detergentes, y numerosos productos de cuidado personal, tales como productos de cuidado del cabello (Zhang ,Cui, Zeng, Jiang, Yang, Yu, Zhu y Shen, 2015). Son eficaces contra una variedad de bacterias, hongos y virus en muy bajas concentraciones. Cuando los QACs son usados como desinfectantes, su uso doméstico, industrial y clínico termina en aguas residuales, Alrededor del 75% del amonio cuaternario utilizado anualmente, se liberan en sistemas de tratamiento de aguas residuales, mientras que el resto se descarga directamente en el medio ambiente (Tezel y Pavlostathis, 2012).

Las cadenas alquílicas de 12 y 14 Carbonos, son los que presentan mayor poder antibacterial. Esta molécula sigue utilizándose ampliamente en la desinfección hospitalaria y veterinaria, así como bactericida de uso desodorante en talcos para pies y desinfectantes tópicos. (Quiminet, 2006).

Los compuestos de amonio cuaternario denominados de segunda generación (cloruro de etilbencilo) y los de tercera generación (mezcla de primera y segunda generación, Cloruro de Benzalconio y el Cloruro de Alquil Dimetil Etil Bencil Amonio) son compuestos que permanecen más activos en presencia de agua dura. Su acción bactericida es atribuida a la inactivación de enzimas, desnaturalización de proteínas esenciales y la rotura de la membrana celular. Habitualmente son considerados como desinfectantes a concentraciones de 0.25% a 1.6% para la desinfección de superficies como suelos y paredes. Los cuaternarios de tercera generación, tienen un incremento en la actividad biocida, mayor detergencia y un incremento en la resistencia bacteriana al uso constante de una sola molécula. (Quiminet, 2006).

Los cuaternarios de cuarta generación denominados "Twin or Dual Chain Quats" o cuaternarios de "cadena gemela", son productos cuaternarios con cadenas dialquílicas lineales y sin anillo

bencénico, como: Cloruro de Didecil Dimetil Amonio o Cloruro de Dioctil Dimetil Amonio o Cloruro de Octil Decil Amonio, cada uno aislado. Estos cuaternarios son superiores en cuanto a actividad germicida, son de baja espuma y tienen una alta tolerancia a las cargas de proteína y al agua dura. Se recomiendan para desinfección en industria alimenticia y de bebidas, ya que se pueden aplicar por su baja toxicidad (Quiminet, 2006). Los efectos de la exposición a largo plazo de QACs en cuanto a reproducción y crecimiento de organismos, así como los efectos tóxicos de las mezclas binarias todavía necesitan más investigación. (Zhang et al., 2015).

Los QACs son productos que son amigables con el medio ambiente, al ser un compuesto biodegradable, no mancha, no es corrosivo ni relativamente tóxico. (Meza, 2006). En la tabla 9 se muestran algunas de las ventajas que posee este componente para la desinfección.

**Tabla 9. Ventajas y desventajas de la utilización de amonios cuaternarios.**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Incoloros e inodoros.	Eficacia limitada frente a la mayoría de los gérmenes Gram. -.
Estables en presencia de materia orgánica.	Incompatibles con detergentes sintéticos aniónicos.
Resistentes a la corrosión de metales.	Formación de película en la manipulación de alimentos y en el equipo procesador de estos.
Estables ante fluctuaciones de temperatura.	
No irritan la piel	
Eficaces con pH alto.	
Efectivos Frente al crecimiento de mohos.	
No tóxicos.	
Buenos surfactantes.	

Fuente Morales, (2007).

3.2.2.3 Compuestos a base de Cloro: El cloro se encuentra en la naturaleza mezclado con otros elementos. Tiene propiedades de blanqueamiento y germicidas y se usa corrientemente para la desinfección, el saneamiento, o para purificar el agua. Los desinfectantes y agentes de saneamiento a base de cloro se encuentran fácilmente, son económicos, tienen un amplio espectro antimicrobiano y representan un riesgo mínimo para el medio ambiente. Las soluciones acuosas de cloro (que se obtienen al disolver hipocloritos) tienen una rápida acción bactericida; también tienen un efecto virucida a través de un mecanismo de acción que todavía no se ha llegado a explicar completamente, pero que está probablemente relacionado con la destrucción de sistemas esenciales de enzimas. Cuando se pone en solución, el cloro (que es un agente oxidante) reacciona inmediatamente a los iones metálicos, a varios radicales y a la materia orgánica. Al terminarse esta reacción, la cantidad de cloro que sigue activa, rápidamente interactúa con los agentes patógenos en un proceso que resulta desinfectante. Casi todos los desinfectantes a base de cloro acuoso han sido remplazados por compuestos a base de cloro orgánico. (Khars, 1995).

El uso de los compuestos clorados poseen características que resultan benéficas en las producciones, pero que tienen algunos inconvenientes en su utilización, en la tabla 10 se muestran algunas de las características de este compuesto.

**Tabla 10. Ventajas y desventajas del uso del hipoclorito de sodio en su acción como desinfectante.**

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	La actividad está enormemente influenciada por el pH (el óptimo es por debajo de 6.5)
Muy conocido, tecnología comprobada	Agente irritante
Relativamente no tóxico	Inactivado por la materia orgánica
Actividad germicida amplia	Menos activo a baja temperatura
Efectivo en concentraciones bajas	Productos carcinógenos
Las bacterias no pueden hacerse resistentes	Altamente corrosivo
Elimina bacterias en más de una forma	Las canales tratadas con cloro no las aceptan ni Canadá ni Europa

Fuente El sitio avícola, (2009).

3.2.2.4 Alcoholes: tienen una actividad antimicrobiana apreciable, pero solamente algunos de ellos se usan ampliamente desde el punto de vista clínico; por su solubilidad en el agua, los más utilizados son el propanol (sobre todo el isopropanol) y el etanol, siendo en general más eficaz el primero.

El mecanismo más probable para la acción de los alcoholes parece incluir la alteración de las membranas celulares, así como la rápida desnaturalización de proteínas, con la subsiguiente interferencia con el metabolismo y ulterior lisis celular. La acción de los alcoholes es rápida y de amplio espectro, pero aunque pueden inhibir la esporulación, no son activos contra esporas ya preformadas. Las concentraciones óptimas para uso de los alcoholes se ubican entre el 60 y 90%, aun cuando a concentraciones más bajas pueden ser suficientes para su uso como persevantes. Los alcoholes pueden utilizarse entre sí con otros agentes, como por ejemplo, la clorhexidina. (Alba y Araujo, 2008)

En la tabla 11 se muestran el mecanismo de acción donde cada uno de los desinfectantes es eficaz en el control de microorganismos patógenos:

**Tabla 11. Mecanismo de la actividad de los desinfectantes contra células microbianas.**

<b>Objetivo</b>	<b>Desinfectante</b>
Pared celular	Formaldehído, hipoclorito y mercuriales
Membrana citoplasmática, acción sobre el potencial de la membrana	Anilidas y hexaclorofeno
Enzimas de membrana, acción sobre la cadena de transporte de electrones	Hexaclorofeno
Acción sobre el ATP	Clorhexidina y óxido de etileno
Acción sobre enzimas con grupos -SH	Óxido de etileno, glutaraldehído, peróxido de hidrógeno, hipoclorito, yodo y mercuriales.
Acción sobre la permeabilidad general de la membrana	Alcoholes, clorhexidina y compuestos de amonio cuaternario
Ribosomas	Peróxido de hidrógeno y mercuriales
Ácidos nucleicos Hipocloritos	Hipocloritos
Grupos tiol	óxido de etileno, glutaraldehído, peróxido de hidrógeno, hipoclorito, mercuriales
Grupos amino	Óxido de etileno, glutaraldehído e hipoclorito
Oxidación general	Óxido de etileno, glutaraldehído e hipoclorito

Fuente *Alba, N. et al.* (2008).

En investigaciones anteriores, Moats (1979), ha demostrado que el lavado del huevo en condiciones comerciales fue altamente eficaz en la reducción de bacterias superficiales en la cáscara a niveles bajos. Por otro lado, Messens, Gittins y Leleu (2011), afirman que el

lavado de huevo mejora la calidad microbiológica, si el proceso de lavado se realiza correctamente y se combina con una cadena de frío.

### 3.2.2.5 Máquinas para lavado de huevo:

3.2.2.5.1 Humidificadores: se utilizan para generar una neblina seca que llena una sala en unos minutos y es una alternativa segura y efectiva a la fumigación convencional (figura 3). Se emplean productos químicos con un pH respetuoso para desinfectar los huevos limpios en los nidos y proporcionar una reducción excelente en el cómputo viable total de bacterias en la superficie del huevo. La gama es portátil, permitiendo el uso en salas propias. Por tanto, los huevos pueden ser desinfectados directamente después de la recogida, ya que proporciona un mejor nivel de bioseguridad (MS Technologies, 2011).

**Figura 3. Humidificadora para fumigación de huevo.**



Fuente MS Technologies, (2011).

3.2.2.5.2 Limpiadores: Sirve para toda clase de huevos y se puede usar en cualquier tipo de procesamiento de huevos (figura 4 y 5). Los modelos son capaces de procesar desde 200 hasta 3 mil huevos sueltos (sin bandejas). (MS Technologies, 2011).

**Figura 4. Maquinas limpiadoras de huevos comerciales (1400 huevos / hora).**



Fuente MS Technologies, (2011).

**Figura 5. Maquinas limpiadoras de huevos comerciales (800 huevos / hora).**



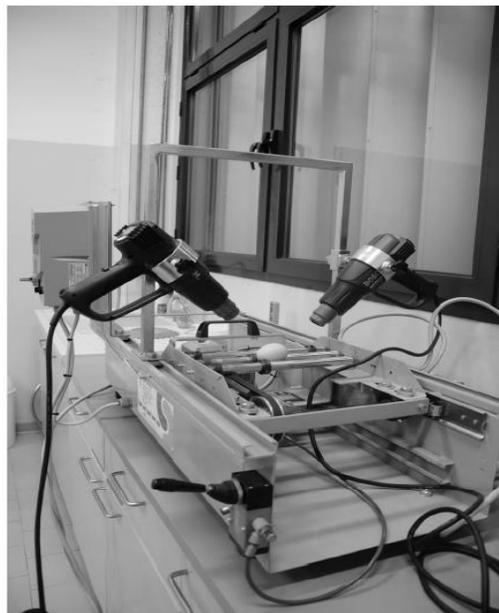
Fuente MS Technologies, (2011).

### 3.2.3 Pasteurización del huevo en aire caliente:

Puede representar una alternativa valiosa para la descontaminación de la cáscara de los huevos, puesto que el tratamiento de aire caliente implica maquinaria sencilla y barata, se puede evaluar, antes de empaquetar, como un proceso industrial capaz de alcanzar una reducción significativa de la población bacteriana que infecta naturalmente a la superficie de los huevos. Las técnicas de pasteurización basadas en aire caliente divulgado en la literatura pueden clasificarse en dos categorías sustancialmente dependiendo del valor de la velocidad del aire: forzada y métodos naturales de convección. El primer método es particularmente eficaz para la descontaminación superficial mientras que los métodos de la convección natural a menudo son capaces de ser eficaces dentro del huevo. (Berardinelli, Cevoli, Fabbri, Guerzoni, Manfreda, Pasquali, Ragni y Vannini, 2011)

Por otro lado, James, Lechevalier y Ketteringham (2011), probaron la aplicabilidad de un tratamiento realizando una pistola de aire caliente en la pasteurización superficial del huevo (figura 6). Produce aire caliente con dos temperaturas (300 y 500 °C). Por diversos experimentos demostraron que los huevos tenían que estar al menos 150 mm de la boquilla de calor y exponerlo a no más de 8 segundos con la temperatura a 500 °C para evitar sobrecalentamiento. La distancia de tratamiento a menos de 150 mm daña la cáscara o cocina parcialmente el contenido del huevo. Se investigaron las temperaturas de interior y exterior del huevo e identificaron a 180 °C durante 8 segundos como el mejor tratamiento correspondiente a la máxima temperatura superficial que se puede lograr sin llegar a la temperatura de coagulación dentro del huevo.

**Figura 6. Prototipo usado para tratamientos de aire caliente por Pasquali.**



Fuente      Universidad de Bologna (2010).

Pasquali et al, en su estudio mostraron los índices de calidad cuyas diferencias fueron estadísticamente significativas entre huevos tratados y no tratados, por lo que se puede suponer que el tratamiento no ejerce efectos negativos sobre los rasgos principales de la calidad del huevo. Este hallazgo junto con los resultados microbianos de huevos inoculados experimentalmente, sugiere la útil aplicación industrial del tratamiento de aire caliente en los huevos antes de empaquetar para alcanzar una reducción aproximadamente del 90% de la población de *S. enteritidis* que infecta naturalmente a la superficie de los huevos. (Pasquali, Fabbri, Cevoli, Manfreda y Franchini, 2010)

La pasteurización con aire caliente puede ser una alternativa importante junto con técnicas a largo plazo capaces de mantener su efecto de descontaminación durante todo la cadena desde la granja al tenedor (Berardinelli et al., 2011).

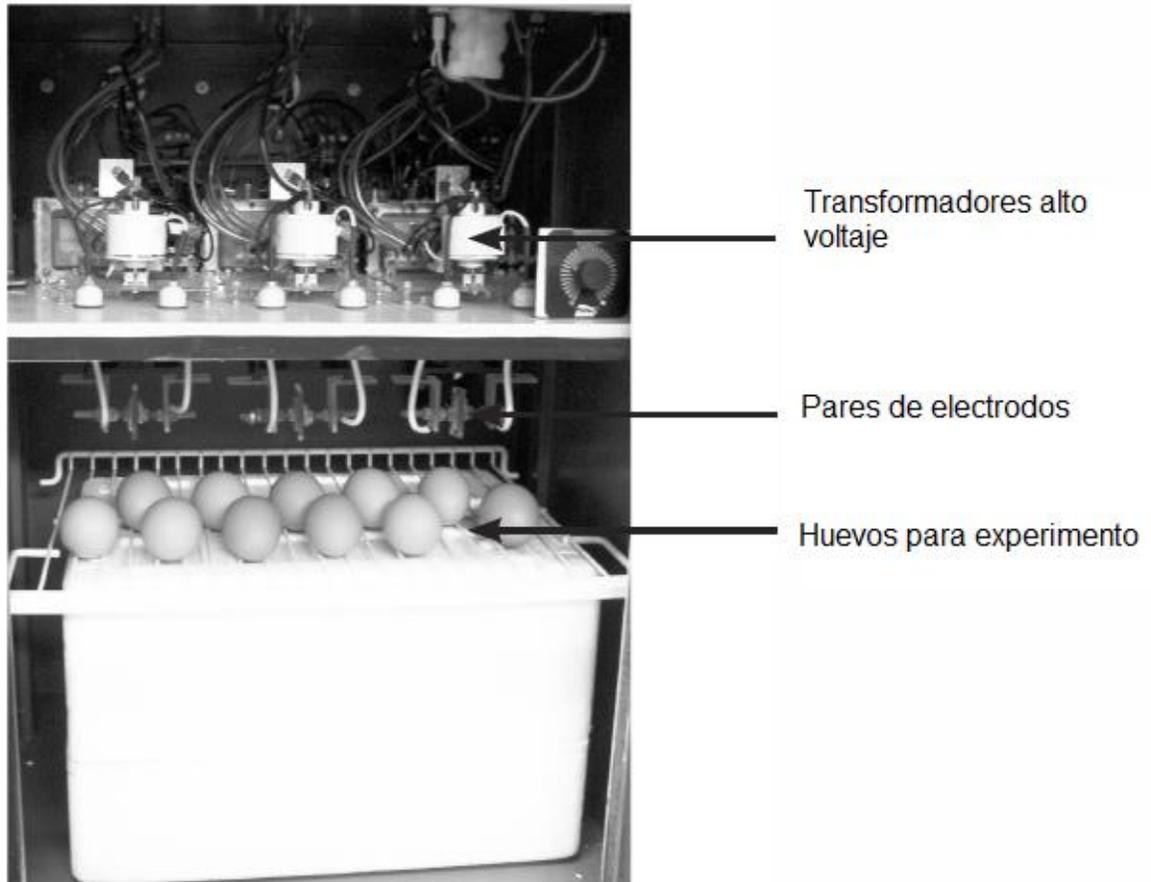
#### 3.2.4 Gas de plasma:

Es utilizado para la descontaminación de alimentos. Es un gas ionizado químicamente activo y se caracteriza por poseer electrones, iones y especies neutras (átomos, moléculas y radicales). Después de la ionización, son obtenidos mediante la aplicación de un campo eléctrico a la mezcla de gas, los electrones excitados pierden su energía adquirida a través de colisiones con especies neutras produciendo iones, y las especies excitadas pueden también ser observadas. Según su vida útil, estas especies llegan a su estado fundamental por la emisión de radiación (especialmente fotones UV) o por colisiones con una superficie (en este caso los microorganismos) causando reacciones químicas, principalmente oxidaciones (Berardinelli et al., 2011).

Se creó un prototipo de descarga (RBD) barrera resistente capaz de generar plasma de gas en condiciones atmosféricas (véase la figura 7). La descarga fue caracterizada eléctricamente y el brillo del plasma se analizó mediante espectroscopia de emisión óptica. Berardinelli et al (2010), evaluaron el poder de descontaminación del dispositivo, el cual probado en muestras de huevos inoculados experimentalmente con *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium (5,5 – 6,5 Log UFC/cáscara de huevo) y colocado en la cámara de tratamiento, con diferentes tiempos de descontaminación (10, 20, 30, 45, 60 y 90 min) y los valores de humedad relativa de la mezcla de gases en la cámara (es decir, 35% y 65%, a 25 °C). Todas las muestras fueron tratadas en la cámara de la posluminiscencia de plasma donde la temperatura no era muy superior a la temperatura ambiente, minimizando el riesgo de alteraciones en la calidad del huevo (Berardinelli et al., 2010).

La descarga se caracterizó por una diferencia de potencial de alrededor de 15 kV; los espectros de emisión demostraron la presencia de especies muy reactivas como el ion positivo  $N_2^+$ , OH y los NO radicales. Después de 90 minutos de tratamiento, se observaron reducciones arriba de 2,5 Log UFC/cáscara de huevo y 4.5 Log UFC/cáscara de huevo de *S. enteritidis* utilizando aire con contenidos de humedad baja y alta, respectivamente. No hubo efectos negativos significativos del plasma de gas que se hayan observado en los rasgos de la calidad del huevo (Berardinelli et al., 2010).

**Figura 7. Prototipo de RBD de cabina electrónica configurado por Ragni et al.**



Fuente Universidad de Bologna (2010).

El montaje del prototipo para esta investigación trabaja con aire a presión atmosférica y el producto a tratar se encuentra en una posición de posluminiscencia. La descarga del resplandor se genera entre tres pares de electrodos de placas paralelas de latón. Uno de los dos electrodos está cubierto por una lámina de cristal grueso de 5 mm. El voltaje en los electrodos es producido por tres transformadores de alta tensión y transistores de conmutación de la energía. Los electrodos están confinados en una cámara hermética, con un volumen de cerca de 70 dm<sup>3</sup>. Tres ventiladores cuya tarea principal es llevar

rápidamente el plasma generado hacia el producto para montarlos sobre los electrodos. Cada circuito que conduce un par de electrodos es suministrado por una fuente de alimentación cuyo voltaje puede variar de 2 a 19 Voltios (Berardinelli et al., 2010).

Una duración del tratamiento hasta de 90 minutos o más se debe considerar como factible para los avicultores y las industrias que generalmente manejan huevos de stock por un período mucho más largo de lo necesario para la desinfección. Otras ventajas adicionales del prototipo en este trabajo son el uso de la atmósfera como gas de trabajo y la baja temperatura ( $< 25^{\circ} \text{C}$ ), que mostró este equipo de interés para la industria. (Berardinelli et al., 2010).

## CONCLUSIONES

- La *salmonella* Enteritidis, es una bacteria que puede afectar tanto la producción como la salud del consumidor, por lo que a través de este documento, se ha logrado dejar claras las maneras para poder mitigar este problema de las producciones y minimizar los riesgos a la salud pública.
- Las alternativas que nos brindan distintos autores sobre la utilización de diferentes productos que principalmente tienen otras funciones de limpieza, pueden impactar de manera positiva la bioseguridad e higiene del huevo para lograr una excelente presentación y una comercialización adecuada.
- El amonio cuaternario, termina siendo una de las mejores alternativas de desinfección de huevo, debido a su amplio espectro y modo de aplicación, además de los resultados que se obtienen al desecharlo, ya que es un producto biodegradable, y podría llegar a ser el sustituto del paraformalehído.
- Las máquinas para lavado de huevo, son una excelente alternativa para optimizar la producción y los tiempos de almacenamiento del mismo, además de agilizar notablemente la desinfección.
- A pesar de ser una excelente alternativa, por su precio, las máquinas de lavado podrían no estar al alcance del pequeño productor, lo que perjudicaría la optimización de tiempo en la desinfección.
- Además del lavado del huevo como principal herramienta alternativa de desinfección, han surgido en los últimos años unas nuevas técnicas más efectivas y

amigables con el medio ambiente, por la cual se debe dar espera a la evolución de nuevos estudios y la total aceptación de los productores mundiales para lograr aprovechar de las ventajas que brindan.

- En Colombia se debe empezar por adoptar este tipo de prácticas que tienen un impacto positivo en la producción para poder manejar estándares altos de calidad en el consumo de huevo y demás productos de origen avícola.
- Para lograr un éxito en la inocuidad e higiene del producto final, en primer lugar, se debe empezar por acatar las normas de bioseguridad impuestas por la entidad reguladora, en este caso, el ICA para así obtener buenos resultados productivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, M., (2014). Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Instituciones, organizaciones y tecnología. Cartagena, Colombia. Banco de la República. 1-59.
- ALBA, N., ARAUJO, F. (2008). *Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección en el área de fitoterapeúticos en laboratorios Pronabell LTDA*. Trabajo de grado Microbióloga Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Colombia.
- ALCARDE, A., BLUMER, L., DO AMARAL, S., DOMARCO, R., GALLO, C., SPOTO, M., WALDER, J. (2000) Gamma irradiation in the control of pathogenic bacteria in refrigerated ground chicken meat. 389- 394.
- ASAI, T., ISHIGURO, Y., MURAKAMI, K., NODA, T. (2010) Chicken meat is an infection source of *Salmonella* serovar Infants for humans in Japan. Foodborne Pathogens and Disease. 727-735.
- ÁVILA, F. (2015). 2014 Avicultura: Con buena calificación. *Revista Avicultores*, 223, 18-20.

- BABA, E., MIZUMOTO, N., TANI, H. (2005). Specific adhesion and invasion of *Salmonella Enteritidis* in the vagina of laying hens. *Veterinary Microbiology*. 99-105.
- BARROETA, A. (2005). El huevo y sus componentes como alimento funcional. *Instituto de estudios del huevo*. Barcelona.
- BERARDINELLI, A., CEVOLI, C., FABBRI, A., GUERZONI, M., MANFREDA, G., PASQUALI, F., RAGNI, L., VANNINI, L. (2011). Alternative egg decontamination techniques to washing. *Woodhead Publishing Limited*, Bologna. P. 181-198.
- BERARDINELLI, A., GUARNIERI, A., GUERZONI, M., MONTANARI, C., RAGNI, L., SIRRI, F., VANINNI, L. (2010). Non-thermal atmospheric gas plasma device for surface decontamination of shell eggs. *Journal of Food Engineering* 100. 125–132
- CALDERÓN, V., PASCUAL, R. (2000) *Microbiología Alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas*. Madrid: Editorial Juan de Santos S.A.
- CÁMARA DE COMERCIO DE CALI. (2014). Más allá de la producción de huevos. Los Ovoproductos. Recuperado de <http://www.ccc.org.co/wp-content/uploads/2014/06/Enfoque-Competitivo-Ovoproductos.pdf>

- CASTAÑO, A. (2012). *Reducción de costos en la alimentación de gallinas ponedoras*. Trabajo de grado Administrador de Empresas Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Colombia.
- CHANG, Z., FANG, C., GUANG-MING, Z., MENG-YING, Z., MIN, J., ZHONG-ZHU, Y., ZHI-GANG, Y., LIU-QING, S. (2015). Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment. *Science of the Total Environment*. 352–362.
- CEVOLI, C., FABBRI, A., FRANCHINI, A., MANFREDA, G., PASQUALI, F. (2010). Hot air treatment for surface decontamination of table eggs. *Food Control*. 431- 435. doi: 10.1016/j.foodcont.2009.07.003.
- CRESSEY, P., HUDSON, A., LAKE, R. (2002). Risk profile: *Salmonella* (non typhoid) in poultry (Whole and Pieces). *Institute of Environmental Science and Research Limited*.
- COMITÉ CIENTÍFICO DE SEGURIDAD AGROALIMENTARIA DE LA CAE. (2008). Evaluación de riesgo asociado a la presencia de los serovares zoonóticos de *Salmonella* en huevo fresco producido en la CAE. Recuperado de <http://www.elika.net/datos/riesgos/Archivo20/2008-05-Salmonella%20WEB.pdf>

- CORBURN, B., FINLAY, B., GRASSEL, G. (2007). *Salmonella* the host and disease: A brief review. *Immunology and Cell Biology*. 85, 112-118. doi:10.1038/sj.icb.7100007.
- COX, N., HARRISON, M., JONES, D., MUSGROVE, M., NORTHCUTT, J. (2008). Enterobacteriaceae and related organisms isolated from shell eggs collected during commercial processing. *Poultry Science*, 87, 1211-1218. doi:10.3382/ps.2007-00496.
- DEBEVERE, J., DE REU, K., GRIJSPEERDT, K., HERMAN, L., HEYNDRICKW, M., MESSENS, W., UYTTENDAELE, M. (2006). Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella Enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*, 112, 253–260. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2006.04.011.
- DURANGO, J., MÁTTAR, S., PARRA, M. (2002). Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por *Salmonella*. *MVZ Córdoba*, 7, (2), 187-200
- EL SITIO AVÍCOLA. (2010). Cloro: el desinfectante más popular en la industria avícola. Recuperado de <http://www.elsitioavicola.com/articles/1782/cloro-el-desinfectante-mas-popular-en-la-industria-avicola/>.

FAO. (2007). Código de prácticas de higiene para los huevos y los productos del huevo.

Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/012/i1111s/i1111s01.pdf>.

FERNÁNDEZ, M., KYANKO, M., POSE, G., RUSSO, M. (2010). Efectividad del Ácido Peracético sobre la reducción de la carga de Esporas de Mohos causantes de Pudrición Poscosecha de Frutas y Hortalizas. *Información Tecnológica*, 21 (4), 125-130. doi:10.1612/inf.tecnol.4299it.09.

GITTINS, J., LELEU, S., MESSENS, W. (2011). Egg decontamination by washing. *Woodhead Publishing Limited*, 163-180.

HAMMARK, T., OLSEN, A. (2000). Isolation of *Salmonella* spp. from the housefly, *Musca domestica*; and the dumpfly, *Hidrotaea aenescens* (Wiedemann) (Diptera: muscidae) at caged layer houses. *Journal of food protection*, 7, 958-960.

HEIR, E., LANGSRUD, S., MØRETRØ, T., NESSE, L., VESTBY, L. (2011). Control of *Salmonella* in food related environments by chemical disinfection. *Food Research International*, 45, 532–544. doi:10.1016/j.foodres.2011.02.002.

INGMER, H., WESSELS, S. (2013) Modes of action of three disinfectant active substances: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 67, 456 – 467. doi:10.1016/j.yrtph.2013.09.006.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Las buenas prácticas de bioseguridad en granjas de reproducción aviar y plantas de incubación. Conceptos Básicos para su Aplicación en Colombia. P. 8.

INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO (2009). *El gran libro del huevo*. Madrid: Editorial Evergráficas, S.L.

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (2009). Serotipos y patrones de susceptibilidad antimicrobiana de patógenos de importancia en Salud Pública, *Salmonella* sp. Recuperado de <http://www.ins.gov.co/index.php?idcategoria=6138#>.

JAMES, C., KETTERINGHAM, L., LECHEVALIER, V. (2002). Surface decontamination of shell eggs Alternative egg decontamination techniques to washing. *Journal of Food Engineering*, 53, 193–197.

KAHRS, R. (1995). Principios generales de la desinfección. *Revista. Science technology*, 14 (1), 143-163.

LUBLIN, A., SELA, S. (2008). The impact of temperature during the storage of table Eggs on the viability of *Salmonella enterica* serovars Enteritidis and Virchow in the eggs. *Poultry Science*, 87, 2208–2214. doi:10.3382/ps.2008-00153.

- MATSUSHIMA, A., MURASE, T., MUTO, T., YAMADA, M., YAMAI, S. (2000). Fecal excretion of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium following a food-borne outbreak. *Journal of Clinical Microbiology*, 38, (9), 3495-3497.
- MEZA, F. (2006). Desinfectantes químicos. Recuperado de [http://www.provinas.net/files/boletin\\_tecnico\\_002](http://www.provinas.net/files/boletin_tecnico_002)
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. (2011). *Perfil de riesgo Salmonella spp. (No tifoideas) en pollo entero y en piezas. Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos (UERIA), Instituto Nacional de Salud (INS)*. Impreso por Imprenta Nacional de Colombia.
- MOATS, W. (1979). The Effect of Washing Eggs under Commercial Conditions on Bacterial Loads on Egg Shells. *Poultry Science*, 58, 1228- 1233.
- MORALES, A. (2007). *Evaluación de la eficacia del desinfectante LARK SANITIZER® empleado en las áreas de elaboración de envases y tapas plásticas en ECSI S.A.* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Microbióloga Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.
- MS TECHNOLOGIES, (2011). Higiene para los huevos en todo el mundo. Recuperado de [http://www.mstegg.com/documents/brochure\\_es\\_2011.pdf](http://www.mstegg.com/documents/brochure_es_2011.pdf).

MUSGROVE, M., SMITH, D. (2008). Effect of blood spots in table Egg albumen on *Salmonella* growth. *Poultry Science*, 87, 1659- 1661. doi:10.3382/ps.2007-00528.

PAVLOSTATHIS, S., TEZEL, U. (2012). Role of quaternary ammonium compounds on antimicrobial resistance in the environment. En P.L. Keen (Ed.) *Antimicrobial Resistance in the Environment*. (pp.349-387). Georgia: John Wiley & Sons, Inc.

QUIMINET. (2006). Cuaternarios de amonio, antisépticos y desinfectantes. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/cuaternarios-de-amonio-antisepticos-y-desinfectantes-14526.htm>.

RINCÓN, D., RAMÍREZ, R., VARGAS, J. (2011). Transmisión de *Salmonella enterica* a través de huevos de gallina y su importancia en salud pública. *Salud Universidad industrial de Santander (UIS)*, 43, (2), 167-177.

RODRIGUEZ, E. Control de salmonelas en la producción de huevos. Recuperado de [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1167987174a.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1167987174a.pdf).

RUÍZ, M. TORRES, R. (2010). *Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo 2.* 152-178.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA  
(SENASA). (2006). El ácido Peracético. Recuperado de  
<https://viejaweb.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=888&io=4117#>.