

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)



GESTIÓN DEL RIESGO DE LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN LA
PRODUCCIÓN PRIMARIA DE HUEVO, A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL
PLAN DE MONITOREO REALIZADO POR EL INSTITUTO COLOMBIANO
AGROPECUARIO ICA EN 2014 Y 2015.

MARÍA FERNANDA SERRANO DE LA CRUZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MASTER EN GERENCIA EN
PROGRAMAS SANITARIOS Y DE INOCUIDAD

San José, Costa Rica

Abril de 2016

HOJA DE APROBACIÓN

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)**

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de programas sanitarios y de Inocuidad

**Félix Modesto Cañet Prades
PROFESOR TUTOR**

**Randall Chaves Abarca
LECTOR**

**María Fernanda Serrano De La Cruz
SUSTENTANTE**

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mi mamá que me apoyó y brindó su amor incondicional durante el transcurso de toda mi maestría, a mi padre que me motivó para iniciar esta travesía y que en vida me inspiró como médico veterinario y persona, y los demás miembros de mi familia que son siempre el soporte de mis proyectos.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Colombiano Agropecuario ICA por todo el apoyo y la información brindada para el desarrollo de este proyecto, especialmente al Dr. Mc Allister Tafur Garzón Director Técnico de Inocuidad e Insumos Veterinarios, al Dr. Héctor Ricardo Palacios Peralta Coordinador del Grupo de Inocuidad en la Producción Primaria Pecuaria, a Adriana Julieth Quesada Médico Veterinario del Grupo de Inocuidad en la Producción Primaria Pecuaria y a Ingrid Maribel León ex Funcionaria del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Adicionalmente quiero agradecer a mi tutor el Dr. Felix Cañet, por todo sus aportes tendientes a la mejora y perfeccionamiento de este proyecto.

INDICE

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN EJECUTIVO	x
ABSTRAC	xii
INTRODUCCIÓN	14
1.1. Antecedentes.	14
1.2. Planteamiento de la Problemática de Campo.	15
1.3. Objetivos.	15
1.4. Objetivo General:.....	15
1.5. Crear un plan de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana para los productores primarios de huevo, basado en el análisis de los resultados de planes de vigilancia, realizados en Colombia, por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en los años 2014 y 2015, con el fin de contribuir a la disminución de la presencia de este fenómeno.	15
1.6. Objetivos Específicos:	15
1.7. Justificación	16
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Impactos de la resistencia a los antimicrobianos (RAM) en la sanidad agropecuaria y la inocuidad alimentaria.	18
2.2 Mecanismos de formación de la RAM en patógenos emergentes en alimentos.	18
2.3 Estado actual y tendencias globales.	19
2.4 Situación de RAM en la producción de huevos en Colombia.	20
2.5 Gestión de riesgos de la RAM.	20
2.6 Marco Legal.	21
2.7 Normatividad internacional.	21
2.8 Normatividad Nacional	24
3. MARCO METODOLÓGICO	26
3.1 Método de Investigación.....	26
3.2 Descripción del contexto del sitio, en donde se lleva a cabo el trabajo.	27
3.3 Muestra.	28
3.4 Instrumentos de investigación.	28
3.5 Procedimiento metodológico:	28
3.5.1 Diagnóstico de la Resistencia Antimicrobiana.	28
3.6 Luego de la toma de muestras realizada en campo por funcionarios del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, las muestras son remitidas para su procesamiento y análisis al Laboratorio Nacional de Insumos Pecuarios (LANIP) del ICA.....	28
3.7 Niveles de investigación.	31
3.8 Alcance de la investigación.	31
3.9 Hipótesis.....	31

3.10	Variables en estudio	32
4.	RESULTADOS	33
4.1	Situación de la contaminación microbiana en huevos destinados al consumo humano.....	33
4.2	Situación de la Resistencia Antimicrobiana en Colombia.....	34
4.3	Situación de la Resistencia Antimicrobiana en <i>E. coli</i> en la producción primaria de huevo.	36
4.4	Situación de la Resistencia Antimicrobiana en <i>Enterococcus</i> sp. en la producción primaria de huevo.	39
4.5	Situación de la Resistencia Antimicrobiana en <i>Salmonella</i> en la producción primaria de huevo.	42
4.6	Multiresistencia a los Antimicrobianos estudiados en 2014 y 2015.....	43
4.7	Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana en la producción primaria de huevos destinados al consumo humano.	44
4.7.2	Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Uso de Medicamentos Veterinarios.	46
4.7.3	Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Alimentación Animal.	47
4.7.4	Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con el Bienestar Animal.	47
4.7.5	Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Manufactura durante la selección y empaque de los huevos.	48
4.7.6	Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con la Capacitación del Personal.....	49
4.8	Consideraciones finales	50
	CONCLUSIONES.....	51
	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXO 1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Contaminación microbiana en los departamentos muestreados en el año 2014.	33
Cuadro No. 2. Contaminación microbiana en los departamentos muestreados en el año 2015.	34
Cuadro No. 3. Situación de la Resistencia Antimicrobiana en los Departamentos Muestreados en 2014	35
Cuadro No. 4. Situación de la Resistencia Antimicrobiana en los Departamentos Muestreados en 2015	35
Cuadro No. 5. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los aislamientos de <i>E. coli</i> realizados en 2014 y 2015.	36
Cuadro No. 6. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los aislamientos de <i>Enterococcus</i> sp. realizados en 2014 y 2015.....	39
Cuadro No. 7. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los presuntos aislamientos de <i>Salmonella</i> spp. realizados en 2015.....	42

INDICE DE ABREVIACIONES

ADN	Acido Desoxirribonucleico
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas.
BPG	Buenas Prácticas Ganaderas
BPH	Buenas prácticas de higiene
BPV	Buenas Prácticas Veterinarias
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
COIPARS	Colombian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance.
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social.
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación.
EFSA	European Food Safety Authority.
ETA	Enfermedades Transmitidas por Alimentos.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FENAVI	Federación nacional de avicultores.
GREBO	Grupo para el control de la resistencia antimicrobiana de Bogotá.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario.
INFOSAN	Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de Los Alimentos.

INS	Instituto Nacional de Salud.
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.
LANIP	Laboratorio Nacional de Insumos Pecuarios.
LEMA	Laboratorio Ecología Microbiana de Alimentos.
LNDV	Laboratorio Nacional de Diagnostico Veterinario.
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
RAM	Resistencia a los Antimicrobianos.
RSPA	Registro Sanitario de Predio Avícola
UE	Unión Europea.

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de fármacos en la producción animal ha sido una práctica no regularizada que carece de control y supervisión, como consecuencia favorece el uso inadecuado de medicamentos causando el desarrollo de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos (Cota, Hurtado, Pérez y Alcántara, 2014), que no solamente pueden infectar al hombre sino también causarle enfermedad (Junod, López y Gadrick, 2013). A partir de 2014, La Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Veterinarios del ICA, formuló y ejecutó un plan de vigilancia de resistencia antimicrobiana para Leche y Huevo en la producción primaria, el cual se actualiza y reformula anualmente, a partir de las necesidades y el análisis de los resultados de los años anteriores (Tafur, 2016).

Teniendo en cuenta que los resultados de los monitoreos realizados en huevo hasta el momento, no han sido utilizados para formular e implementar medias de gestión del riesgo que involucren tanto a los productores primarios como a los médicos veterinarios encargados de la formulación de los antimicrobianos que se utilizan en el país, el objetivo del proyecto es crear un plan de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana para los productores primarios de huevo, basado en el análisis de los resultados de planes de vigilancia, realizados en Colombia, por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en los años 2014 y 2015, con el fin de contribuir a la disminución de la presencia de este fenómeno.

Se realizó un estudio de prevalencias en el cual se analizó la resistencia antimicrobiana en huevo en los años 2014 y 2015, clasificando la resistencia antimicrobiana en: alta para prevalencias mayores al 50%, media para prevalencias entre el 49 % y el 20% y baja para las prevalencias menores al 20%, y considerando su relevancia a partir de la Lista de antimicrobianos de importancia crítica para la salud humana de la OMS (OMS, 2011), la Lista de antimicrobianos de importancia crítica para la sanidad animal de la OIE (OIE, 2015) y la información científica relacionada.

Posterior al análisis de datos y en razón a los resultados encontrados se desarrolló un Plan de Gestión de Riesgos para la producción primaria de huevo en Colombia, que incluye temas de relevancia como: Bioseguridad, Sanidad Animal, Buenas Prácticas de uso de medicamentos veterinarios, Bienestar animal, Buenas Prácticas de Manufactura durante la selección y empaque de los huevos y capacitación del personal.

Las prevalencias categorizadas como altas para *E. coli* en 2014 fueron Ampicilina (59%) y Tetraciclina (56%), en el año 2015 a pesar de la disminución de la resistencia a ampicilina (28%), este antibiótico exhibió la prevalencia más alta en los aislamientos de *E. coli*, para *Enterococcus spp.*, en 2014 se hayó alta resistencia a Kanamicina (81%), Oxitetraciclina (81%), Ceftazidima (75%), Tetraciclina (71%), Ciprofloxacina (63%) y Enrofloxacina (63%) y en 2015 Minocilcina (100%), Tetraciclina (100%) y Eritromicina (76%). Por otra parte

presuntamente se hayó *Salmonella Spp.*, en 2015 y la prevalencia encontrada de resistencia antimicrobiana a los antimicrobianos estudiados, se catalogaron como resistencia media en el caso del Ácido Nalidíxico (25%), Ceftriaxone (33%), Cefepime (33%) y Sulfonamidas (25%).

Dado que el huevo es una fuente económica de proteína altamente consumida a nivel nacional y que es una realidad la presencia de resistencia antimicrobiana tanto en bacterias indicadoras como *E. coli* y *Enterococcus spp.* y de importancia en salud pública como *Salmonella spp.*, la comunicación e implementación del plan de gestión de riesgos establecido en el presente trabajo para la producción primaria de huevo es primordial para mitigar la difusión de bacterias Resistentes a los Antimicrobianos. La comunicación del Riesgo realizada por el ICA, inherente a la Resistencia Antimicrobiana deberá proveer información apropiada a las autoridades competentes en Inocuidad Alimentaria, los productores primarios de huevo, Médicos Veterinarios, Gremios avícolas y demás profesionales del sector avícola.

ABSTRAC

The use of drugs in animal production, is a practice not regulated, without control and supervision, in consequence stimulated the inadequate use of drugs causing the development of bacterial strains resistant to antibiotics (Cota, Hurtado, Pérez y Alcántara, 2014), that not only can infect to the man too can cause disease (Junod, López y Gadrick, 2013). Starting in 2014, the Technical Department of Safety and Veterinary Supplies of ICA, developed and implemented a plan of antimicrobial resistance surveillance for Milk and Egg in primary production, this plan is actualized and reformulated every year, from the needs and analysis of the results of previous years (Tafur, 2016).

Given that the results of the monitoring so far, they weren't used to develop and implemented measures of risk management for the primary production of eggs, the project objective is to make a program of risk management for antimicrobial resistance for the primary egg producers, based on the analysis of the results of monitoring plans, made in Colombia for the Agricultural Colombian Institute (ICA) in 2014 and 2015, in order to contribute to the reduction of the presence of this phenomenon.

A study of prevalence in which antimicrobial resistance egg was analyzed in 2014 and 2015 was conducted, classifying antimicrobial resistance in: high prevalence for most 50%, Media Prevalence for 24% and 20% and low prevalence for the lower prevalence of 20% and considering their relevance from the list of critically important antimicrobials for human health (WHO, 2011), the list of critically important antimicrobials for Animal Health OIE (OIE, 2015) and scientific information related.

After of analysis of data and due to the results found a Plan Risk Management for primary egg production was developed in Colombia, it includes relevant topics such as: Biosecurity Animal Health Good Practice use of veterinary drugs, animal welfare, Good Manufacturing Practices for the selection and packing of eggs and staff training.

The prevalence's clasificated whit high for E. Coli in 2014 was: Ampicillin (59%) and Tetracycline (56%), 2015 despite decreasing ampicillin resistance (28%), this antibiotic exhibited the highest prevalence in isolates of E. coli, for Eterococcus Sp., in 2014 high resistance was found to Kanamycin (81%), oxytetracycline (81%), ceftazidime (75%), Tetracycline (71%), ciprofloxacin (63%) and enrofloxacin (63%) and in 2015 Minocilcina (100%), Tetracycline (100%) and erythromycin (76%). Fort he other side was allegedly found Salmonella Spp., in 2015 and the prevalence found in the antimicrobial estimated, was sorted whit average resistance in the case of nalidixic acid (25%), Ceftriaxone (33%), Cefepime (33%) and sulfonamides (25%).

Since the egg is a highly economical source of protein consumed domestically and that is a reality the presence of antimicrobial resistance both in indicator bacteria E.

coli and Enterococcus as spp., and for the public health importance as Salmonella spp., is important the communication and implementation of risk management plan established in this study for primary egg production to mitigate the spread of Antimicrobial Resistant bacteria. Risk communication realized by the ICA, inherent Antimicrobial Resistance shall provide appropriate information to the competent authorities in Food Safety, primary egg producers, veterinarians, poultry associations and other professionals in the poultry sector.

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

El uso de fármacos en la producción animal ha sido una práctica no regularizada que carece de control y supervisión, como consecuencia favorece el uso inadecuado de medicamentos causando el desarrollo de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos (Cota, Hurtado, Pérez y Alcántara, 2014), que no solamente pueden infectar al hombre sino también causarle enfermedad (Junod, López y Gadrick, 2013).

Este fenómeno reduce notablemente el número de antimicrobianos disponibles para el tratamiento eficaz de las enfermedades infecciosas en humanos y animales (Donado, Gardner, Vurne, León, Pérez, Ovalle, Tafur y Miller, 2012), situación que por afectar de manera importante la sanidad animal y la salud pública ha tomado gran relevancia a nivel nacional e internacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, a partir del año 2007 nace en Colombia la iniciativa de la conformación de un Sistema Colombiano para la Vigilancia integrada de la Resistencia Antimicrobiana (COIPARS) (Colombian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance [COIPARS], 2016), un proyecto piloto para monitorear la resistencia antimicrobiana en granjas avícolas, mataderos y mercados al por menor (Donado et al., 2015). Este consorcio estaba conformado por: La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), El Instituto para la Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), El Instituto Nacional de Salud (INS), La Universidad Nacional (Grupo para el control de la resistencia antimicrobiana de Bogotá - GREBO), La Universidad de los Andes (Laboratorio Ecología Microbiana de Alimentos-LEMA), El grupo ÉXITO el cual es la mayor cadena minorista de Colombia la cual está vinculada al grupo francés Casino, y algunas empresas avícolas (COIPARS, 2016).

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como autoridad sanitaria y de inocuidad en la producción primaria, y teniendo en cuenta que una de sus principales funciones es prevenir riesgos que puedan afectar la sanidad agropecuaria y la inocuidad de los alimentos en la producción primaria (Decreto 4765 de 2008), en 2007 inicio estudios de investigación aplicada de la prevalencia y factores de riesgos asociados a la resistencia antimicrobiana en granjas avícolas comerciales como el publicado en 2012 por Donado et al.

Adicionalmente a partir de 2014, La Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Veterinarios del ICA, formuló y ejecutó un plan de vigilancia de resistencia antimicrobiana para Leche y Huevo en la producción primaria, el cual se actualiza y reformula anualmente, a partir de las necesidades y el análisis de los resultados de los años anteriores (Tafur, 2016); y es a partir de los resultados de estos dos últimos planes de vigilancia realizados en la producción de huevo, que se

analizarán y propondrán medidas de gestión de riesgo que apoyen la labor realizada hasta el momento por el ICA, y propendan por garantizar la inocuidad de los alimentos producidos en el primer eslabón de la cadena alimentaria.

1.2. Planteamiento de la Problemática de Campo.

1.2.1. Identificación del problema: La resistencia a los agentes antimicrobianos se comporta como una amenaza sanitaria a nivel mundial. Por lo tanto, sus consecuencias, directas o indirectas, pueden perjudicar la salud humana y la sanidad animal (Organización Mundial de sanidad animal [OIE], 2015); por lo tanto, es indispensable contar con acciones coordinadas entre los sectores de la salud humana, la sanidad animal y la salud medioambiental (OIE, 2015).

1.2.2. Planteamiento del problema: Es importante, que en Colombia se desarrollen las medidas de gestión del riesgo pertinentes, ya que se posee actualmente un plan de monitoreo a la resistencia antimicrobiana en la producción primaria, que ha realizado toma y análisis de muestras desde el año 2008 en diferentes matrices como huevo y leche. Pero, los resultados de los monitoreos realizados en huevo hasta el momento, no han sido utilizados para formular e implementar medidas de gestión del riesgo que involucren tanto a los productores primarios como a los médicos veterinarios encargados de la formulación de los antimicrobianos que se utilizan en el país.

1.3. Objetivos.

1.4. Objetivo General:

1.5. Crear un plan de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana para los productores primarios de huevo, basado en el análisis de los resultados de planes de vigilancia, realizados en Colombia, por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en los años 2014 y 2015, con el fin de contribuir a la disminución de la presencia de este fenómeno.

1.6. Objetivos Específicos:

- Aplicar la estadística en los resultados de los monitoreos a la resistencia antimicrobiana realizados por el ICA en 2014 y 2015, con el fin de conocer el estado latente de la resistencia antimicrobiana en huevo.

- Analizar los resultados de los monitoreos a la resistencia antimicrobiana en la producción primaria de huevo realizados por el ICA en 2014 y 2015, para orientar la elaboración del plan de comunicación de riesgo, teniendo en cuenta la importancia de los antimicrobianos estudiados en la producción avícola nacional y su impacto en la salud pública.
- Evaluar las directrices en la gestión del riesgo dadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con el fin de armonizar las estrategias de gestión del riesgo definidas, con las establecidas a nivel internacional.

1.7. Justificación

Teniendo en cuenta que después de la ganadería (carne y leche), la avicultura tiene el segundo lugar en las principales actividades de la economía agropecuaria nacional, este artículo es de gran trascendencia desde la perspectiva de la salud pública, ya que los productos avícolas se encuentran implicados en muchos casos de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA) (Documento CONPES 3468, 2007). Principalmente por la presencia de *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum* (generador del botulismo) y estreptococos producida por *Streptococcus beta-hemolíticos* (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015).

Siendo la *Salmonella* y el *Campylobacter*, dos de los responsables más frecuentes de enfermedades transmitidas por alimentos, y que se ha constatado una creciente resistencia a los antimicrobianos en ambas bacterias (Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos ([NFOSAN], 2008); resistencia que se produce por una combinación de factores entre los que se destaca el uso inadecuado de los antimicrobianos en el hombre y en los animales (Puig, Espino y Leyva, 2011), por lo cual la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), considera que es importante que desde la producción primaria hasta el punto de consumo, los huevos y sus subproductos sean sometidos a medidas de control destinadas a lograr el nivel adecuado de protección de salud pública, como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), de higiene y de fabricación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007).

Estableciendo así la oportunidad para que los productores primarios de huevo, gestionen y conozcan los riesgos que representa para su producción

y para la salud pública, el uso inadecuado de los antimicrobianos, partiendo del hecho que la resistencia a los agentes antimicrobianos constituye un problema común a la sanidad animal y a la salud humana (OIE, 2015).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Impactos de la resistencia a los antimicrobianos (RAM) en la sanidad agropecuaria y la inocuidad alimentaria.

Los agentes antimicrobianos son medicamentos esenciales para la salud y el bienestar del hombre y los animales (OIE, Código Sanitario para los animales terrestres, 2015). Por lo cual, es crucial preservar su eficacia antimicrobiana para poder mantener la producción animal al ritmo de la demanda mundial creciente de proteínas de alta calidad (OIE, Hoja informativa, 2015) y evitar su consecuencia más importante, el fracaso de la terapia antimicrobiana con el consiguiente aumento de la morbilidad y mortalidad y por tanto el aumento en los costos de tratamiento (García, 2003).

La presencia de los genes de resistencia puede encontrarse formando parte de la flora de distintos nichos ecológicos y, por tanto transmitirse según su cadena epidemiológica (fuente de infección, mecanismo de transmisión y huésped sensible), de una persona a otra, de un animal a otro, de un animal a una persona, de un animal a un alimento, o de un alimento a una persona (Falcón, Ortega, Gorniak, Villamil, Ríos y Simón, 2010).

Por lo anterior, el riesgo más grande para la salud de los consumidores que implica la utilización de antibióticos en animales no está dado por los residuos, sino por el desarrollo de resistencias en bacterias de los mismos animales, pudiendo dar lugar a fallos terapéuticos en tratamientos veterinarios, así como el riesgo de la transferencia de bacterias resistentes de los animales al hombre o de genes portadores de información que codifica resistencia de bacterias de animales a bacterias humanas (Rivera, Granda, Felipe y Bonachea, 2012).

2.2 Mecanismos de formación de la RAM en patógenos emergentes en alimentos.

La resistencia antimicrobiana puede ser intrínseca (parte de la arquitectura normal de la bacteria) o adquirida a través del intercambio de ADN (Cosby, Crox, Harrison, Wilson, Buhr y Fedorka, 2015).

La resistencia intrínseca es un carácter constante de cepas de una misma especie bacteriana y es un mecanismo permanente, determinado genéticamente y sin correlación con la dosis del antibiótico (Pérez y Robles, 2013); mientras que la resistencia adquirida es una característica propia de una especie bacteriana que por naturaleza es sensible a un

antibiótico pero que ha sido modificada genéticamente ya sea por mutación o por adquisición de genes de resistencia (plásmidos, transposones e integrones) (Pérez y Robles, 2013).

La aparición de resistencias a los antimicrobianos se presenta en función del mecanismo de acción del agente antimicrobiano (Sierra y Vila, 2005), por medio de varios mecanismos como son la modificación de la permeabilidad de la membrana, la extracción del compuesto por mecanismos de bombeo, la inhibición enzimática y la modificación del blanco de ataque o la alteración de la composición y el contenido de las glicoproteínas de la pared bacteriana (Puig et. al., 2011).

El desarrollo de la resistencia bacteriana adquirida a los antibióticos está basado principalmente, en dos factores: la presión selectiva por el empleo de estos productos y la presencia de genes de resistencia. La aplicación a gran escala de los antibióticos conlleva a una presión selectiva que ha favorecido la diseminación de cepas bacterianas resistentes (Falcón, et. al, 2010).

2.3 Estado actual y tendencias globales.

La emergencia de la resistencia bacteriana a antimicrobianos y su diseminación es una de las mayores epidemias del mundo en la actualidad (González, 2002).

La Comisión Europea presentó su primer plan de acción para hacer frente a la Resistencia Antimicrobiana el 17 de noviembre de 2011, señalando que cerca de 25.000 pacientes mueren cada año en la Unión Europea por infecciones causadas por bacterias resistentes a los medicamentos (Patrick, Grant y Saxinger, 2014). Actualmente a nivel mundial hay por lo menos 58 programas de vigilancia de la Resistencia antimicrobiana en medicina humana y 21 programas de vigilancia que realizan seguimiento a la resistencia antimicrobiana veterinaria (Patrick, et. al., 2014).

Estados Unidos, Canadá, Australia, Noruega y algunos países de la Unión Europea poseen programas de monitoreo permanente que involucran tres importantes grupos bacterianos: las bacterias patógenas, las bacterias zoonóticas y las bacterias indicadoras (Pantozzi, Moredo, Vigo y Giacaboni, 2010).

Datos publicados por diferentes sistemas de vigilancia de resistencia antimicrobiana en América Latina coinciden en que bacterias Gram positivas, tales como, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus pneumoniae* y *Enterococcus* spp., causantes de diversas enfermedades, son las de mayores índices de resistencia a los antimicrobianos (González, 2013).

2.4 Situación de RAM en la producción de huevos en Colombia.

En Latinoamérica y especialmente en Colombia, se dispone de un número limitado de datos acerca de la magnitud de este problema, debido al escaso número de hospitales que colaboran en estudios multinacionales o en su publicación en boletines de distribución local (Álvarez, Cortes, Arango, Correa, Leal y Grebo, 2006).

En investigaciones realizadas en varias regiones de Colombia con ponedoras comerciales, se logró identificar resistencia de *Salmonella* grupo D en siete (7) cepas móviles con un 51,7 % a Cefalexina, ampicilina y ciprofloxacina; para kanamicina y enrofloxacina la bacteria alcanzó el 42,9% de resistencia (Rivera, Motta, Cerón, Chimonja, 2012).

Por otra parte un muestreo realizado en ponedoras comerciales de 10 granjas del departamento de Antioquia, se aislaron 39 cepas de *Salmonella* sp. Provenientes de aves clínicamente sanas, instalaciones, equipos, agua y alimentos. La prueba de sensibilidad fue del 100% en cefalosporinas de todas las generaciones, en la combinación de sulfonamida/trimetoprim y en las quinolonas (Mantilla, Pulido, Jaime, 2010). Lo que concuerda con otro estudio realizado en ponedoras en el departamento de Antioquia en el cual, la mayoría de las cepas de *Salmonella* spp. aisladas fueron sensibles a los antibióticos evaluados; a excepción de un 3,3% de cepas que fueron resistentes a las tetraciclinas (Ruiz, Suarez y Uribe, 2006).

2.5 Gestión de riesgos de la RAM.

El objetivo principal en la mayor parte de las decisiones sobre gestión de riesgos es reducir los riesgos para la salud humana transmitidos por los alimentos (Organización Mundial de la Salud [OMS] y FAO, 2007). Teniendo en cuenta esta premisa, las medidas de gestión para prevenir o contener la resistencia a los antimicrobianos, comprenden el uso prudente de los antimicrobianos, la vigilancia de su empleo en animales productores de alimentos, la vigilancia de resistencias emergentes a los antimicrobianos tanto en el sector de la salud humana como en el de la veterinaria, y una educación y formación adecuadas de los agricultores y prescriptores (INFOSAN, 2008).

En lo concerniente a la producción primaria (en granja), se recomienda un desarrollo racional en producción animal, controlando la dosificación antibiótica en las raciones y sus residuos en las carnes u otros productos destinados al consumo humano, así como un manejo sanitario eficiente para reducir y seleccionar la aplicación de antibióticos a los casos realmente indicados (Carloni, Pereyra, Denamiel y Gentilini, 2011).

Los gobiernos nacionales en cooperación con los profesionales veterinarios y de salud pública, deberían adoptar un enfoque dinámico a los fines de promover el uso prudente de antimicrobianos en los animales productores de alimentos como un elemento de estrategia nacional para contener la resistencia a los antimicrobianos (Codex Alimentarius, 2005).

Para que dicha estrategia sea exitosa, es imprescindible que todas las personas que intervienen en la autorización, elaboración, venta y suministro, prescripción y uso de antimicrobianos en los animales productores de alimentos que actúen lícita y responsablemente y con la mayor prudencia a fin de limitar la diseminación de microorganismos resistentes entre los animales y proteger así la salud de los consumidores (Codex Alimentarius, 2005).

Está implícito en el enfoque recomendado por el Codex para la gestión de riesgos de la resistencia antimicrobiana que deben aplicarse las buenas prácticas agrícolas, las buenas prácticas veterinarias (BPV) y las Buenas prácticas de higiene (BPH) a lo largo de toda la cadena que va de la producción al consumo (Codex Alimentarius, 2011).

Cuando las medidas de gestión de riesgo incluyen al consumidor se necesitan frecuentemente programas de divulgación. Es necesario presentar en medios adecuados los mensajes dirigidos a informar y comprometer a sectores específicos del público (Codex Alimentarius, 2011).

2.6 Marco Legal.

2.7 Normatividad internacional.

En lo concerniente a la Resistencia Antimicrobiana en la producción primaria de alimentos de origen animal, el referente normativo internacional por excelencia es la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Dicha organización trabaja en este tema en estrecha colaboración con sus países miembros con la Organización Mundial de la Salud (OMS), La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la comisión del Codex Alimentarius (OIE, 2015). En materia de Resistencia antimicrobiana la OIE ha expedido las siguientes normas y directrices:

- Código Sanitario de Animales Terrestres de la OIE: Capítulos 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10: El Código Sanitario para los Animales Terrestres, establece las normas para mejorar la sanidad y el bienestar de los animales terrestres y la sanidad pública veterinaria en el mundo, así como el comercio internacional seguro de animales terrestres (mamíferos, aves y abejas) y de sus productos derivados (OIE, código sanitario para los animales terrestres, 2015). En estos capítulos se establecen las recomendaciones para controlar la

resistencia a los agentes antimicrobianos incluyendo, la armonización de los programas nacionales de vigilancia y seguimiento de la resistencia a los agentes antimicrobianos, el seguimiento de las cantidades y patrones de utilización de agentes antimicrobianos en los animales destinados a la alimentación, el uso responsable y prudente de agentes antimicrobianos en medicina veterinaria y el análisis del riesgo asociado a la resistencia a los agentes antimicrobianos como consecuencia del uso de agentes antimicrobianos en animales (OIE, código sanitario para los animales terrestres, 2015).

- Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la OIE: Título 6, Capítulos 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5: El Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la OIE establece las normas para mejorar la sanidad de los animales acuáticos y el bienestar de los peces de cultivo en el mundo, así como el comercio internacional seguro de animales acuáticos (anfibios, crustáceos, moluscos y peces) y de sus productos derivados (OIE, Código Sanitario para los animales acuáticos, 2015). En el título 6 trata la utilización de agentes antimicrobianos en animales acuáticos, y en sus capítulos los temas relativos a las recomendaciones para controlar la resistencia a los agentes antimicrobianos, los principios para el uso responsable y prudente de los agentes antimicrobianos en los animales acuáticos, el seguimiento de las cantidades y patrones de utilización de agentes antimicrobianos en animales acuáticos, el desarrollo y armonización de los programas nacionales de vigilancia y seguimiento de la resistencia a los agentes antimicrobianos en los animales acuáticos y el análisis del riesgo asociado a la resistencia a los agentes antimicrobianos como consecuencia de su uso en animales acuáticos (OIE, Código Sanitario para los animales acuáticos, 2015).
- Resolución 25 sobre los productos veterinarios, adoptada durante la 77ª Sesión General de la OIE, 24 - 29 de mayo de 2009: Dicha resolución insta a los países miembros a establecer y aplicar efectivamente una legislación eficaz y apropiada que cubra todos los aspectos de los productos destinados a un uso veterinario, incluidos el registro, el control de calidad, la distribución y el uso final (OIE, 2009), y que promuevan un uso responsable y prudente de los medicamentos veterinarios, en particular de los antimicrobianos utilizados en la medicina veterinaria, y el seguimiento de la existencia potencial o el desarrollo de resistencia antimicrobiana (OIE, 2009).
- Resolución 26 sobre combatir la resistencia a los agentes antimicrobianos y promover el uso prudente de agentes antimicrobianos en los animales, adoptada durante la 83ª Sesión General de la OIE, 24 - 29 de mayo de 2015 (OIE, 2015): La anterior

resolución recomienda a los países miembros a mejorar la legislación existente en sus países con el fin de facilitar la implementación de las normas y directrices de la OIE y el Codex alimentarios al respecto de la resistencia antimicrobiana, así como el desarrollo de sistemas de vigilancia de la resistencia a agentes antimicrobianos.

Adicional a lo establecido por la OIE, en el marco legal internacional son muy importantes los códigos y las directrices publicadas y establecidas por el Codex Alimentarius, directrices que al igual que con la OIE, al ser Colombia país miembro, debe tener en cuenta para el desarrollo de su normatividad nacional. A continuación se relacionan aquellas inherentes a la resistencia antimicrobiana:

- CAC/RCP61-2005. Código de prácticas para reducir al mínimo y contener la resistencia a los antimicrobianos (Codex Alimentarius, 2005).
- CAC/GL/77-2011. Directrices para el análisis de riesgos de resistencia a los antimicrobianos transmitida por los alimentos (Codex Alimentarius, 2011).

Para aquellos países que como Colombia están interesados en la exportación de productos de origen animal a la Unión Europea (UE), las directivas por ellos establecidas son un referente normativo importante y relevante. Respecto a la Resistencia Antimicrobiana la UE ha expedido las siguientes directivas y decisiones:

- Directiva 2003/99/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de noviembre de 2003. sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos y por la que se modifica la Decisión 90/ 424/CEE del Consejo y se deroga la Directiva 92/117/CEE del Consejo (Unión Europea [UE], Directiva 2003/99/ce, 2003). La anterior directiva determina que los estados miembros deben establecer un sistema de monitoreo que proporcione datos comparables, sobre la aparición de resistencia a los antimicrobianos en agentes zoonóticos procedentes de animales, alimentos y piensos, en la medida en que otros agentes ya representan una amenaza para la salud pública (European Food Safety Authority [EFSA], 2008).
- Decisión de la Comisión 2007/407/CE sobre la vigilancia armonizada de la resistencia a los antimicrobianos en la *Salmonella* en aves de corral y cerdos (UE, Decisión de la Comisión 2007/407/CE, 2007). Dicha decisión establece normas de desarrollo para la vigilancia de la resistencia a los antimicrobianos de conformidad con el artículo 7, apartado 3, y el anexo II, letra B, de la Directiva 2003/99/CE que ha de llevarse a cabo en los Estados miembros. Abarcará la *Salmonella*

spp. en aves de corral de la especie *Gallus gallus*, pavos y cerdos para sacrificio (UE, Decisión de la Comisión 2007/407/CE, 2007).

2.8 Normatividad Nacional

El marco legal a nivel nacional aunque extenso en sí mismo, no cuenta con normatividad específica en el tema de Resistencia Antimicrobiana ni de forma general o específica para la producción primaria aviar. La normatividad vigente concierne principalmente al uso de los medicamentos veterinarios entre ellos los antimicrobianos y a algunas prácticas de manejo y bioseguridad que deben cumplir los establecimientos dedicados a las producciones avícolas de material genético, huevo y carne. A continuación se relacionan en orden jerárquico y de expedición:

- Documento Conpes 3468 de 2007: Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola.
- Ley 073 de 1985: “Por la cual se dictan normas para el ejercicio profesional de las profesiones Medicina veterinaria, Medicina veterinaria y zootecnia y zootecnia”.
- Ley 101 de 1993: “Ley general de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”.
- Ley 1255 de 2008 “por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar, así como el control y erradicación de la enfermedad del Newcastle en el territorio nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector avícola nacional”.
- Decreto 1840 de 1994 “Por el cual se reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993”.
- Resolución ICA 1326 de 1961 “por la cual se adoptan disposiciones para la utilización y comercialización de productos antimicrobianos de uso veterinario”.
- Resolución ICA 1476 de 1976 “Por la cual se reglamenta la Resolución N°. 261 de 1975 sobre el control de la Salmonelosis en las aves de corral”.
- Resolución ICA 1966 de 1984 “Por la cual se reglamenta el uso de productos o sustancias antimicrobianas como promotores de crecimiento o mejoradores de la eficiencia alimenticia”.
- Resolución ICA 1787 de 1992 “Por la cual se toman medidas de orden sanitario”. En esta resolución se busca establecer el programa de control de la salmonelosis aviar en granjas avícolas de reproducción y plantas de incubación.
- Resolución ICA 1082 de 1995 “Por la cual se prohíbe el uso y comercialización de la Furozalidona, la Nitrofurazona y la Furaltadona para uso animal”.

- Resolución ICA 1056 de 1996 “Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones N° 170 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993”.
- Resolución ICA 991 de 2004 “por la cual se prohíbe el uso y comercialización del Dimetridazol para uso animal”.
- Resolución ICA 1167 de 2010 “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro y control de personas que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas para siembra a través de establecimientos de comercio”.
- Resolución ICA 1610 de 2010 “autodeclaración país libre de influenza aviar”.
- Resolución ICA 3651 de 2014 “Por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de granjas avícolas bioseguras de postura y levante y se dictan otras disposiciones”.
- Resolución ICA 1515 de 2015 “por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el registro sanitario de predio avícola – RSPA”.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Método de Investigación.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en este proyecto se realizó un estudio de prevalencias en el cual se analizó la resistencia antimicrobiana en huevo en los años 2014 y 2015, teniendo en cuenta los resultados hallados por el ICA en dichas vigencias.

Para la determinación de la resistencia antimicrobiana en huevo en el año 2014 se seleccionaron 17 antimicrobianos a analizar en las cepas aisladas de *E. coli* (Ampicilina, Amikacina, Cefoxilina, Ceftazidima, Cefotaxima, Ceftiofur, Ciprofloxacina, Cloranfenicol, Enrofloxacina, Fosfomicina, Gentamicina, Kanamicina, Acido Nalidixico, Norfloxacina, Estreptomocina, Sulfametoxazol-trimetoprim y Tetraciclina) y 12 antimicrobianos para las cepas de *Enterococcus* (Ampicilina, Ceftazidima, Ciprofloxacina, Cloranfenicol, Enrofloxacina, Eritromicina, Kanamicina, Norfloxacina, Oxitetraciclina, Penicilina, Tetraciclina y Vancomicina), teniendo en cuenta su importancia en la producción avícola, sanidad animal, Salud humana y la salud pública en general (Tafur, 2016).

Para el año 2015, teniendo en cuenta la disponibilidad de ampliar el número de antimicrobianos a estudiar, se estudiaron 25 antimicrobianos en las cepas aisladas de *E. coli* (Amikacina, Ampicilina, Amoxicilina-clavulanato, Ácido Nalídixico, Aztreonam, Ceftazidime, Cefalotin, Ciprofloxacina, Colistina, Ceftriaxone, Cefotaxima, Cefuroxime, Enrofloxacina, Ertapenem, Cefepime, Nitrofurantoina, Cefoxitin, Gentamicina, Imipenem, kanamicina, Levofloxacina, Meropenem, Tigeciclina, Piperacilin-Tazobactam y Trimetroprim-Sulfametoxazol), 27 para las cepas de *Salmonella* (Amikacina, Ampicilina, Ácido Nalidixico, Amoxicilina-Clavulanato, Aztreonam, Cloranfenicol, Ceftazidime, Cefalotin, Ciprofloxacina, Colistina, Cefuroxime, Ceftriaxone, Ceftiofur, Ertapenem, Enrofloxacina, Cefepime, Nitrofurantoina, Cefoxitin, Gentamicina, Imipenem, Kanamicina, Levofloxacina, Meropenem, Piperacilin. Tazobactam, Tigeciclina, Sulfonamidas y Trimetroprim-Sulfametoxazol) y 13 para las cepas de *Enterococcus* (Ampicilina, Daptomicina, Eritromicina, Nitrofurantoina, Gentamicina-SYN, Levofloxacina, Linexolid, Minociclina, Moxifloxacina, Penicilina, Tetraciclina, Streptomocina y Vancomicina), Al igual que en el año 2014 su selección dependió de su importancia en la producción avícola, sanidad animal, Salud humana y la salud pública en general (Tafur, 2016).

Es importante resaltar que para el caso de las cepas aisladas de *Enterococcus*, adicional a los 13 antimicrobianos anteriormente mencionados, el equipo de microdilución Phoenix®, analizó 6 antimicrobianos más (Clindamicina, Cefalozoline, Cefoxitin, Gentamicina, Oxacilina y Trimetroprim-Sulfametoxazol), pero no se tomaron en cuenta para el presente estudio, considerando que presentan resistencia intrínseca.

La prevalencia de la resistencia antimicrobiana en huevo se calculó como la proporción de las muestras que presentaron resistencia a cada antibiótico seleccionado, sobre el total de muestras de las que se obtuvieron los aislamientos correspondientes a cada caso (*Salmonella* spp., *E. coli* o *Enterococcus* sp.).

Con la finalidad de analizar las prevalencias encontradas, primero se clasificó la resistencia antimicrobiana en: alta para prevalencias mayores al 50%, media para prevalencias entre el 49 % y el 20% y baja para las prevalencias menores al 20%. Luego se considera su relevancia a partir de la Lista de antimicrobianos de importancia crítica para la salud humana de la OMS (OMS, 2011), la Lista de antimicrobianos de importancia crítica para la sanidad animal de la OIE (OIE, 2015) y la información científica relacionada.

Los agentes antimicrobianos de la lista de la OIE se clasifican en tres (3) categorías: agentes veterinarios de importancia crítica, agentes antimicrobianos veterinarios de importancia elevada y agentes antimicrobianos de importancia (OIE, 2015), por su parte la OMS clasificó los agentes antimicrobianos en: agentes antimicrobianos humanos de importancia crítica, agentes antimicrobianos humanos de importancia elevada y agentes antimicrobianos de importancia para la medicina humana (OMS, 2011).

Posterior al análisis de datos y en razón a los resultados encontrados se desarrolló un Plan de Gestión de Riesgos para la producción primaria de huevo en Colombia, que pretende brindar al Instituto Colombiano Agropecuario ICA y a los productores avícolas del país, las herramientas necesarias para reducir la presencia de la Resistencia Antimicrobiana.

3.2 Descripción del contexto del sitio, en donde se lleva a cabo el trabajo.

El presente proyecto se desarrolló en Colombia, país que se encuentra ubicado en América, en el extremo noroccidental de América del Sur, está compuesta por 32 departamentos y un único Distrito Capital (Bogotá); Su ubicación latitudinal corresponde a 17° norte y 4° de latitud sur, lo cual corresponde a la zona tropical (Colombia, 2016). Los departamentos líderes en producción de huevo (en orden de importancia) son: Valle del Cauca, Cundinamarca, Santander, Antioquia y Atlántico (Fenavi, 2016).

En Colombia, con el devenir de los años la industria avícola ha llegado a posicionarse como uno de los pilares de la economía, dada su amplia participación en el producto interno bruto nacional y pecuario, contribuyendo así mismo de manera importante con la seguridad alimentaria nacional por lo competitivo de los precios de la carne de ave y de los huevos en relación con otras fuentes proteicas (ICA, 2009). El presidente de la Federación nacional de avicultores (Fenavi) afirmó que la industria avícola emplea cerca de medio

millón de personas y aporta más del 3,9% del PIB agropecuario de Colombia (El Heraldo, 2014). Por lo anterior el rápido crecimiento de la industria de producción animal en Colombia, ha planteado cuestiones de inocuidad alimentaria, incluida la aparición de resistencia a los antibióticos (Donado, et. al., 2015).

3.3 Muestra.

El tamaño de muestra para determinar la línea base de la Resistencia Antimicrobiana en huevo durante los años 2014 y 2015, fue determinado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en el plan de monitoreo correspondiente a cada vigencia de manera aleatoria.

Para la vigencia correspondiente al año 2014 se tomaron 108 muestras, en 6 predios ubicados en 5 de los Departamentos identificados como los de mayor aporte a la producción nacional de huevo: Antioquia, Cauca, Tolima, Santander y Valle del Cauca; teniendo en cuenta que la producción de huevo se desarrolla en la región central del país en un 32%, en los Santanderes en un 24%, en Antioquia en un 12%, en el eje cafetero en un 4% y en la costa atlántica en un 4% (Documento Conpes 3468, 2007).

Para el año 2015, con el fin de aumentar la cobertura del muestreo se tomaron un total de 356 muestras, en 65 predios ubicados en 28 de los 32 departamentos existentes en nuestro país.

3.4 Instrumentos de investigación.

El instrumento de investigación principal del estudio fueron los reportes de laboratorio concernientes a resistencia antimicrobiana en huevo realizados por el ICA en el Laboratorio Nacional de Insumos Pecuarios. Esta información fue solicitada y entregada por correo electrónico oficial, por parte de la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Veterinarios, del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

3.5 Procedimiento metodológico:

3.5.1 Diagnóstico de la Resistencia Antimicrobiana.

Luego de la toma de muestras realizada en campo por funcionarios del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, las muestras son remitidas para su procesamiento y análisis al Laboratorio Nacional de Insumos Pecuarios (LANIP) del ICA.

El aislamiento de las cepas de *Enterococcus* spp., y *E. coli*, se realiza por medio del siguiente procedimiento (Quesada, 2015):

- 1) Se separan las cáscaras y las yemas de las muestras de huevo a procesar.
- 2) Las yemas y las cáscaras son sumergidas en agua peptonada, en una proporción de 1 a 1 y se mezclan homogéneamente.
- 3) De esta muestra se toma 1 ml en un tubo de 5 ml de caldo EC y se incuba el tubo de caldo con la muestra a 42°C +o- 1°C por 18 a 24 horas.
- 4) Con un asa se siembra la muestra del tubo con caldo en agar selectivo (Mac Conkey, EMB o chromagar orientation) y se incuba a 35 - 37°C por 18 a 24 horas.
- 5) Del agar selectivo se toma una colonia sospechosa, se siembra por punción en agar SIM y se incuba a 35-37° C por 18 a 24 horas.
- 6) Se debe observar motilidad y luego realizar la prueba de indol agregando 2 a 3 gotas de reactivo de Kovac's, la reacción es positiva con la formación de un anillo color cereza.
- 7) Si la reacción y la motilidad son positivas, la colonia sospechosa es sembrada masivamente a partir del medio selectivo y se incuba a 35-37° C por 18 a 24 horas.
- 8) A partir del sembrado masivo se hace un barrido completo de las colonias sospechosas con un hisopo estéril y se deposita el contenido en viales de 1,5 a 2 ml con Skim Milk estéril ®, e identificar el vial con el número correspondiente de muestra seguido de letra correspondiente para *E. coli* o *Enterococcus* según corresponda y se almacena en congelación a – 70°C.
- 9) Por último, las cepas sospechosas se someten a identificación en el equipo Phoenix TM 100.

Para el Caso de *Salmonella* spp. el procedimiento utilizado fue el siguiente (Quesada, 2015):

- 1) Se separan las cáscaras y las yemas de las muestras de huevo a procesar.
- 2) Las yemas y las cáscaras son sumergidas en agua peptonada, en una proporción de 1 a 1, se mezclan homogéneamente y se incuban a temperatura de 35 - 37°C por 18 a 24 horas.
- 3) De la muestra incubada se toma 1 ml y se agrega a un tubo con 9 ml de caldo Tetratonato, se le adicionan 2 gotas de solución yodada y se incuba a 35 - 37°C por 18 a 24 horas
- 4) Adicionalmente se extraen 100 ul de la muestra incubada y agregarlos a un tubo con 9 ml de caldo RVS y se incuba a 42°C +o- 1°C por 18 a 24 horas.
- 5) Sembrar con ayuda de un asa la muestra incubada en agar XLT-4 y chromagar *Salmonella*; posteriormente se incuba a 35 - 37°C por 18 a 24 horas.

- 6) Las colonias sospechosas de los agares selectivos son sembradas en las pruebas bioquímicas LIA, TSI y SIM, y se incuban a 35 - 37 °C por 18 a 24 horas.
- 7) Un resultado positivo en TSI es K/A con producción de gas y H₂S, para LIA es K/K, para SIM el resultado positivo de motilidad se da si la bacteria hace migración a partir de la línea recta y luego agregar 2 a 3 gotas del reactivo de Kovac's donde para *Salmonella* es negativo y no produce anillo color cereza.
- 8) Si las reacciones bioquímicas son positivas, la colonia sospechosa es sembrada masivamente a partir del medio selectivo y se incuba a 35-37° C por 18 a 24 horas.
- 9) A partir del sembrado masivo se hace un barrido completo de las colonias sospechosas con un hisopo estéril y se deposita el contenido en viales de 1,5 a 2 ml con Skim Milk estéril ®, e identificar el vial con el número correspondiente de muestra seguido de letra S y se almacena en congelación a – 70°C.
- 10) Por último, las cepas sospechosas se someten a identificación en el equipo Phoenix TM 100.

Una vez son identificadas y confirmadas las cepas de *Salmonella*, *E. coli* y *Enterococcus*, se procede a la determinación de la Resistencia Antimicrobiana de las mismas. Para esta determinación se utilizaron dos procedimientos diferentes, teniendo en cuenta que equipo Phoenix TM 100 en el año 2014 se encontraba en calibración, para dicha vigencia se utilizó la técnica de sensidiscos, descrita a continuación (León, 2016):

- 1) Posterior a la identificación y purificación de las cepas aisladas se inocula con un hisopo estéril colonias en el tubo con 5 ml de solución salina 0,9 % para preparar un 0,5 de turbidez en la escala de McFarland.
- 2) Se ajusta la suspensión y antes de cumplir 15 minutos se sumerge el hisopo en la suspensión, realizando antes remoción del exceso de inóculo.
- 3) Con dicho hisopo se realiza un extendido en el agar Mueller-Hinton II por rayado sobre el agar para asegurar una distribución uniforme del inóculo.
- 4) Una vez realizado el extendido se dispensan los sensidiscos con unas pinzas sobre la superficie del agar, presionando cada disco para asegurar contacto pleno con la superficie del agar. No debe quedar distancia menor de 24 mm entre discos. Ni colocar más de cinco discos en una placa de 100 mm.
- 5) Se incuban las placas a continuación por 18 horas a 35 °C.
- 6) Pasadas las 18 horas se examinan las placas, teniendo en cuenta que las zonas de inhibición son circulares uniformes y de crecimiento homogéneo.
- 7) Con la placa de Petri a pocos centímetros de un fondo oscuro e iluminando con luz reflejada, se miden las zonas de inhibición completa

pasando por el centro del disco, por medio de una regla graduada en mm.

- 8) Los tamaños de las zonas de inhibición son interpretadas de acuerdo a las tablas del CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) resultando en una cepa susceptible, intermedio o Resistente (CLSI, 2013).
- 9) Según los criterios de interpretación del CLSI, el resultado será (Secretaría de Salud Distrital, 2010):
 - Susceptible (S): Cuando el microorganismo es inhibido por las concentraciones alcanzadas por el agente antimicrobiano cuando la dosis recomendada es usada para el sitio de la infección.
 - Intermedia (I): Cuando el microorganismo presenta una CIM del agente antimicrobiano cercano a los niveles de antibiótico usualmente alcanzados en sangre o tejidos y para los cuales la respuesta puede ser más baja que para los aislamientos susceptibles. La categoría intermedia implica la eficacia clínica en sitios del cuerpo donde el fármaco es concentrado fisiológicamente o cuando se puede utilizar una dosis más alta de lo normal.
 - Resistente (R): Cuando el aislamiento no es inhibido por las concentraciones séricas del antimicrobiano normalmente alcanzadas a dosis normales.

3.6 Niveles de investigación.

En el presente proyecto se desarrolla el nivel descriptivo para la estimación y análisis de las prevalencias de Resistencia Antimicrobiana y el nivel aplicativo para realizar el plan de gestión de riesgos adecuado según los resultados encontrados.

3.7 Alcance de la investigación.

A partir de la línea base de resistencia antimicrobiana en la producción primaria de huevos con destino al consumo humano, realizada por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, se pretende realizar un análisis descriptivo de esta información para generar las medidas de gestión de riesgos que sean más adecuadas para la situación encontrada.

3.8 Hipótesis

Ho: Existe una alta prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en antimicrobianos de importancia para salud humana y la sanidad animal.

H1: No existe una alta prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en antimicrobianos de importancia para salud humana y la sanidad animal.

3.9 Variables en estudio

- Resistencia Antimicrobiana en el plan de monitoreo de 2014.
- Resistencia Antimicrobiana en el plan de monitoreo de 2015.

4. RESULTADOS

4.1 Situación de la contaminación microbiana en huevos destinados al consumo humano.

En los cuadros No. 1 y No. 2 se reportan los porcentajes de contaminación microbiana por *Salmonella spp.*, *E. coli* y *Enterococcus sp.* en las muestras tomadas en las vigencias 2014 y 2015 en los diferentes departamentos.

Es importante resaltar que en el año 2014 no se obtuvieron aislamientos de *Salmonella spp.*, y en el año 2015 su prevalencia preliminar fue de 1,97 %, al momento de la redacción los presuntos aislamientos de *Salmonella spp.*, se encontraban en confirmación por parte del ICA, en el Laboratorio Nacional de Diagnostico Veterinario LNDV.

Estos resultados preliminares son de alta importancia para el país, teniendo en cuenta que la infección de origen alimentario por *Salmonella spp.*, es una de las causas más importantes de gastroenteritis en seres humanos (Uribe y Suarez, 2006).

Cuadro No. 1. Contaminación microbiana en los departamentos muestreados en el año 2014.

Departamentos	Porcentaje muestras contaminadas por departamento		
	<i>Salmonella sp</i>	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus sp</i>
Antioquia	0	33,3	5,6
Cauca	0	13,9	0
Santander	0	38,9	16,7
Tolima	0	33,3	22,2
Valle del Cauca	0	16,7	44,4
Desviación Estándar	0	11,2	17,3

Cuadro No. 2. Contaminación microbiana en los departamentos muestreados en el año 2015.

Departamentos	Porcentaje muestras contaminadas por departamento		
	<i>Salmonella sp</i>	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus sp</i>
Amazonas	0	0	0
Antioquia	0	0	6,7
Arauca	0	0	0
Atlántico	0	0	16,7
Bolívar	66,7	66,7	0
Boyacá	0	38,9	22,2
Caldas	0	0	44,4
Casanare	0	0	0
Cauca	0	0	0
Choco	0	25	0
Córdoba	0	25	0
Cundinamarca	0	7,4	4,9
Guainía	0	0	0
Guaviare	83,3	50	0
Huila	0	6,5	0
La Guajira	0	0	0
Magdalena	0	66,7	0
Meta	0	0	0
Nariño	0	0	0
Norte de Santander	0	0	0
Putumayo	0	16,7	0
Quindío	0	0	12,5
Risaralda	0	6,1	0
San Andrés	0	0	71,42
Santander	0	4,2	0
Sucre	0	16,7	16,67
Tolima	0	13,3	0
Vaupés	0	50	0
Desviación Estándar	20,1	21,1	16.1

4.2 Situación de la Resistencia Antimicrobiana en Colombia

Los porcentajes de Resistencia antimicrobiana hallada en los años 2014 y 2015, se detallan por departamento en los cuadros No. 3 y No. 4 respectivamente. Es notable que en el año 2014 en cuatro (4) de los 5 departamentos muestreados, todos los aislamientos fueron resistentes a por lo menos un antimicrobiano. En 2015 en cambio, al ampliar el muestreo a 28 departamentos el porcentaje de Resistencia Antimicrobiana disminuyó

incluso en los departamentos muestreados en 2014, esto puede deberse a que solo en Cauca y Tolima se volvieron a muestrear los mismos predios y en el caso del Cauca no se obtuvieron aislamientos bacterianos a analizar.

Cuadro No. 3. Situación de la Resistencia Antimicrobiana en los Departamentos Muestreados en 2014

Departamentos	Porcentaje de RAM por Departamento	
	E. coli	Enterococcus sp
Antioquia	100	100
Cauca	100	-
Santander	57,1	100
Tolima	100	100
Valle del Cauca	100	100
Desviación estándar	19,2	44,7

Cuadro No. 4. Situación de la Resistencia Antimicrobiana en los Departamentos Muestreados en 2015

Departamentos	Porcentaje de RAM por Departamento		
	Salmonella sp	E. coli	Enterococcus sp
Antioquia	-	-	100
Atlántico	-	-	100
Bolívar	50	0	-
Boyacá	-	14,3	100
Caldas	-	-	100
Choco	-	100	-
Córdoba	-	100	-
Cundinamarca	-	50	100
Guaviare	0	60	-
Huila	-	50	-
Magdalena	-	100	-
Putumayo	-	0	-
Quindío	-	-	100
Risaralda	-	50	-
San Andrés	-	-	100
Santander	-	100	-
Sucre	-	0	100
Tolima	-	0	-
Vaupés	-	0	-
Desviación Estándar	35,35	42,49	0

4.3 Situación de la Resistencia Antimicrobiana en *E. coli* en la producción primaria de huevo.

Los datos respectivos a la prevalencia de la Resistencia Antimicrobiana en las cepas aisladas de *E. coli* para las vigencias estudiadas, se encuentran en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los aislamientos de *E. coli* realizados en 2014 y 2015.

ANTIMICROBIANO	% RAM 2014			% RAM 2015		
	R	I	S	R	I	S
Amikacina (AK)	4	0	96	3	3	94
Ampicilina (AM)	59	22	19	28	5	67
Amoxicilina-Clavulanato (AMC)	-	-	-	0	0	100
Ácido Nalidixico (AN)	46	4	50	4	21	75
Aztreonam (ATM)	-	-	-	0	0	100
Cloranfenicol (C)	17	0	83	-	-	-
Ceftazidima (CAZ)	4	0	96	0	0	100
Cefalotin (CF)	-	-	-	9	91	0
Ciprofloxacina (CIP)	22	0	78	3	15	82
Colistina (CL)	-	-	-	0	0	100
Ceftriaxone (CRO)	-	-	-	0	0	100
Cefotaxima (CTX)	4	0	96	0	17	83
Cefuroxime (CXM)	-	-	-	0	0	100
Ceftiofur (EFT)	0	0	100	-	-	-
Enrofloxacina (ENR)	26	22	52	0	13	87
Ertapenem (ETP)	-	-	-	0	0	100
Cefepime (FEB)	-	-	-	0	0	100
Nitrofurantoina (FM)	-	-	-	9	0	91
Fosfomicina (FOS)	7	0	93	-	-	-
Cefoxitina (FOX)	12	0	88	3	0	97
Gentamicina (GM)	19	0	81	0	3	97
Imipenem (IPM)	-	-	-	0	0	100
Kanamicina (K)	8	48	44	0	29	71
Levofloxacina (LVX)	-	-	-	9	0	91
Meropenem (MEM)	-	-	-	0	0	100
Norfloxacina (NOR)	33	0	67	-	-	-
Tetraciclina (TE)	56	6	38	-	-	-
Tigeciclina (TGC)	-	-	-	0	0	100
Piperacilin-Tazobactam (TZP)	-	-	-	0	0	100
Estreptomina (STS)	24	52	24	-	-	-
Sulfametoxazol - Trimetoprim (SXT)	37	0	63	18	3	79

En el año 2014 los antimicrobianos que presentaron resistencia a los antimicrobianos alta (prevalencia >50%) en los aislamientos de *E. coli* fueron: Ampicilina (59%) y Tetraciclina (56%). La ampicilina es considerada tanto por la OIE como por la OMS como un antimicrobiano de importancia crítica, mientras que la tetraciclina es considerada de importancia crítica por la OIE y de importancia elevada por la OMS. Teniendo en cuenta que estos dos antimicrobianos actualmente tienen licencias de venta activas para uso en aves en el país, pero no se encuentran autorizado su uso en gallinas ponedoras en periodo de producción (Rojas, 2016), es una situación que requiere una exhaustiva revisión sobre el uso de los mismos, en la producción primaria.

Para el año 2015 a pesar de la disminución de la resistencia a ampicilina (28%), este antibiótico exhibió la prevalencia más alta en los aislamientos de *E. coli*; durante esta vigencia la prevalencia de resistencia a ampicilina se categorizó como media. La resistencia a tetraciclina no fue estudiada en 2015.

Los antimicrobianos que mostraron resistencia antimicrobiana media en 2014 (49 % al 20%) fueron: Ácido Nalidixico (46%), Sulfametoxazol - Trimetoprim (37%), Norfloxacin (33%), Enrofloxacin (26%), Estreptomicina (24%) y Ciprofloxacina (22%).

De los anteriores antimicrobianos es de resaltar la importancia al hallar una prevalencia media a las fluorquinolonas: Norfloxacin, Ciprofloxacina y Enrofloxacin, teniendo en cuenta que esta clase de antimicrobianos son considerados como antimicrobianos de importancia crítica tanto por la OIE como por la OMS, aun cuando la OMS reconoce en su listado la importancia crítica de la Enrofloxacin aun cuando es de uso exclusivo en medicina veterinaria (OMS, 2011). Para el año 2015 estos antimicrobianos presentaron una disminución en su prevalencia, respecto a la presentada en 2014, ciprofloxacina (3%), Enrofloxacin (0%) y Norfloxacin no fue evaluado en dicha vigencia.

La resistencia a una de las fluorquinolona generalmente produce la resistencia a todas las fluorquinolonas. La resistencia a las quinolonas es altamente indeseable dado que estos antimicrobianos son altamente eficaces para el tratamiento de algunas enfermedades graves producidas por bacterias multiresistentes (Orden y de la Fuente, 2001).

Por otra parte la resistencia antimicrobiana categorizada como media de la Estreptomicina, también es relevante teniendo en cuenta que la OMS y OIE ha categorizado este antimicrobiano como de importancia crítica para la salud humana y animal.

Los antimicrobianos que presentaron resistencia a los antimicrobianos baja en 2014 fueron: Amikacina (4%), Gentamicina (19%), Cloranfenicol (17%),

Cefoxitina (12%), Kanamicina (8%), Fosfomicina (7%), Ceftazidima (4%) y Cefotaxima (4%).

En este caso es significativa la presencia de resistencia antimicrobiana aunque baja de los aminoglicósidos estudiados (Amikacina, Gentamicina y Kanamicina), los cuales están categorizados por la OMS y La OIE como antimicrobianos de importancia crítica. Su importancia radica en el hecho que los aminoglucósidos continúan siendo fundamentales para el tratamiento de las variantes extrapulmonares de tuberculosis, como la tuberculosis meníngea, la tuberculosis miliar y/o diseminada y de primer línea para el tratamiento de tuberculosis multiresistente o la extremadamente resistente (Caminero, et al., 2010; Velayati, et al., 2009).

Igualmente es preocupante la presencia de resistencia a dos de las cefalosporinas de tercera generación estudiadas (Ceftazidima y Cefotaxima), ya que son de importancia crítica según la OMS, ninguno de estos antimicrobianos se encuentran en la lista OIE por no estar autorizados para su uso en medicina veterinaria; y su resistencia es motivo de preocupación debido a la importancia en el tratamiento de las infecciones por salmonelosis humanas, especialmente los niños pequeños en los que son los fármacos de elección (Louden, et al., 2012).

Teniendo en cuenta la ampliación de estudio de antimicrobianos en 2014, respecto a 2015, se encontró en 2015 resistencia antimicrobiana baja a los siguientes antimicrobianos: Cefalotin (9%), Nitrofurantoina (9%) y Levofloxacin (9%).

De estos antimicrobianos únicamente estudiados en 2015 es muy relevante la resistencia a nitrofurantoina, no solo por su importancia en la lista de la OMS, sino por el hecho de estar prohibida tanto su utilización como la de cualquier nitrofurano como medicamento veterinario en Colombia, por medio de la Resolución ICA 1082 de 1995.

Asimismo se destaca la presencia de resistencia a la levofloxacin, fluorquinolona que no se encuentra categorizada en el listado de la OIE y de importancia crítica según el listado de la OMS. En Colombia existe un antimicrobiano autorizado con este principio activo, pero no está aprobado su uso en gallinas ponedoras en periodo de producción (Rojas, 2016).

Los aislamientos de *E. coli* fueron 100% susceptibles a Ceftiofur en la vigencia 2014 y no fueron estudiados para este antimicrobiano en 2015. Este antimicrobiano es de importancia crítica según el listado de la OIE, y en el listado de la OMS se categoriza de importancia crítica pero su uso se limita solo a veterinaria.

Por último, los siguientes antimicrobianos estudiados únicamente en 2015 presentaron una susceptibilidad del 100%: Amoxicilina-Clavulanato,

Aztreonam, Ceftazidima, Colistina, Ceftriaxone, Cefuroxime, Ertapenem, Cefepime, Imipenem, Meropenem, Tigeciclina y Piperacilin-Tazobactam.

En general se considera que la disminución en las diferentes prevalencias de la resistencia antimicrobiana entre 2014 y 2015, se puede deber a la ampliación del tamaño de muestra, y su cobertura a nivel nacional.

4.4 Situación de la Resistencia Antimicrobiana en Enterococcus sp. en la producción primaria de huevo.

Los datos relativos a la prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en las cepas aisladas de Enterococcus sp. en cada una de las vigencias seleccionadas se organizaron para su presentación en el cuadro No. 6

Cuadro No. 6. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los aislamientos de Enterococcus sp. realizados en 2014 y 2015.

ANTIMICROBIANO	% RAM 2014			% RAM 2015		
	R	I	S	R	I	S
Ampicilina (AM)	0	0	100	0	0	100
Daptomicina (DAP)	-	-	-	0	0	100
Ceftazidima (CAZ)	75	6	19	-	-	-
Ciprofloxacina (CIP)	63	0	37	-	-	-
Cloranfenicol (C)	14	0	86	-	-	-
Eritromicina (E)	31	44	25	76	10	14
Enrofloxacina (ENR)	63	12	25	-	-	-
Nitrofurantoina (FM)	-	-	-	5	14	81
Gentamicina SYN (GMS)	-	-	-	0	0	100
Kanamicina (K)	81	0	19	-	-	-
Levofloxacina (LVX)	-	-	-	0	5	95
Linezolid (LZD)	-	-	-	5	14	81
Minociclina (MI)	-	-	-	100	0	0
Moxifloxacina (MXF)	-	-	-	5	5	90
Norfloxacina (NOR)	17	41	42	-	-	-
Oxitetraciclina (OT)	81	6	13	-	-	-
Penicilina (P)	6	0	94	5	0	95
Tetraciclina (TE)	71	7	22	100	0	0
Estreptomina (STS)	-	-	-	35	0	65
Vancomicina (VAN)	0	13	87	0	10	90

En los aislamientos de Enterococcus sp., en 2014 se presentó resistencia antimicrobiana alta (>50%) a los siguientes antimicrobianos: Kanamicina (81%), Oxitetraciclina (81%), Ceftazidima (75%), Tetraciclina (71%), Ciprofloxacina (63%) y Enrofloxacina (63%).

La Kanamicina es un aminoglicosido catalogado por la OMS y LA OIE como antimicrobianos de importancia crítica, por su uso como tratamiento en cepas multiresistentes y extremadamente resistentes de tuberculosis (Caminero et al., 2010; Velayati, et. al, 2009).

Oxitetracilina y tetraciclina son catalogadas como antimicrobianos de importancia crítica por la OIE y de importancia elevada por la OMS. En la vigencia 2015 se evidenció un aumento de la prevalencia de Tetraciclina al 100%, mientras que la oxitetraciclina no se estudió en el plan de monitoreo de dicho año. Lo anterior concuerda con el hecho que Las tetraciclinas son quizás los antimicrobianos más ampliamente utilizados como promotores del crecimiento y en la terapéutica de animales de abasto, por su bajo costo, escasa toxicidad y amplio espectro (Acosta, Romero, Taborda, 2014).

El hallazgo de alta resistencia antimicrobiana a la ciprofloxacina y enrofloxacin en las cepas aisladas de *Enterococcus* spp., es sumamente delicado, teniendo en cuenta que las fluorquinolonas son antimicrobianos de importancia crítica para la OIE y la OMS y las quinolonas son consideradas como fármacos de primera elección en el tratamiento de infecciones producidas por bacterias Gram negativas, por esta razón causa preocupación la aparición de cepas con sensibilidad reducida (Fierro, Osorio, Fandiño y Rondon, 2011).

Es muy significativo el hecho que se halla presentado resistencia antimicrobiana alta a la Ceftazidima ya que es uno de los antibióticos de primera elección para el tratamiento de salmonelosis invasiva en adultos y en particular en niños (Rivera, et al., 2012), y una cefalosporina de tercera generación de importancia crítica para la OMS y no incluida en el listado de la OIE por no estar autorizada para su uso en medicina veterinaria.

La prevalencia de Ceftazifima, Ciprofloxacina, Enrofloxacin y Kanamicina no fueron estudiadas en la vigencia 2015.

El único antimicrobiano que presentó resistencia antimicrobiana media en 2014 (49%-20%), fue la Eritromicina con una prevalencia del 31%, dicha prevalencia aumentó en 2015 al 76% clasificándose para dicha prevalencia como resistencia antimicrobiana alta, este aumento de prevalencia representa un riesgo alto para la sanidad animal y la salud pública nacional, en razón a que este antimicrobiano macrólido es de importancia crítica según los listados de la OIE y la OMS, principalmente en razón a que los macrólidos son uno de los grupos de antibióticos más utilizados en el tratamiento de la Campylobacteriosis en humanos (Wieczorek, Denis y Oseck, 2015).

En cuanto a la resistencia antimicrobiana baja en 2014 se evidenció una prevalencia menor al 20% en: Norfloxacin (17%), Cloranfenicol (14%) y Penicilina (6%).

De estos antimicrobianos la prevalencia más importante a evaluar es la presentada por el Cloranfenicol teniendo en cuenta que se encuentra prohibida su utilización en medicina veterinaria en Colombia por la Resolución 1326 de 1981. La explicación más probable para la persistencia de la resistencia antimicrobiana al cloranfenicol es el mecanismo de co-selección que selecciona cepas resistentes a varios agentes antimicrobianos debido a la agrupación de varios genes de resistencia en el mismo locus genético en el genoma (plásmidos, trasposones e integrones) (Hanon, et al. , 2015).

En 2015 no se estudió la resistencia de la Norfloxacin ni el cloranfenicol, y la prevalencia de la penicilina se mantuvo estable.

En el estudio realizado para el año 2015 la Minociclina (100%), fue categorizada como resistencia antimicrobiana alta, esta resistencia encontrada en el 100% de los aislamientos de *Enterococcus* es importante si tomamos como referencia que este antimicrobiano es de importancia elevada en la medicina humana según la OMS.

Con resistencia antimicrobiana media (20 %- 49%) en 2015 fue catalogada la Estreptomina (35%). La estreptomina es un antimicrobiano aminoglucósido descrito por la OIE y la OMS como antimicrobiano de importancia crítica para la medicina veterinaria y humana, respectivamente.

De los antimicrobianos estudiados en 2014, presentaron resistencia antimicrobiana baja (<20%) la nitrofurantoina (5%), el Linezolid (5%) y la Moxifloxacin (5%).

Como bien se explicó en los resultados presentados en los aislamientos de *E. coli*, la presencia de resistencia a nitrofurantoina es una señal de alerta teniendo en cuenta su prohibición de uso a nivel nacional en la medicina veterinaria desde el año 2015 (Resolución ICA, 1995).

La resistencia antimicrobiana presentada al Linezolid por las cepas aisladas de *Enterococcus* sp., es una señal de alarma para la salud pública en base a que este antimicrobiano es de importancia crítica según la OMS, a causa de que es una terapia limitada para infecciones de *Enterococcus* spp., con resistencia múltiples medicamentos (OMS, 2011).

Varios antimicrobianos presentaron una susceptibilidad del 100%, Ampicilina en el 2014, Daptomicina, Gentamicina SYN y Levofloxacin en el 2015 y la Vancomicina en 2014 y 2015.

4.5 Situación de la Resistencia Antimicrobiana en Salmonella en la producción primaria de huevo.

Cuadro No. 7. Prevalencia de Resistencia Antimicrobiana en los presuntos aislamientos de Salmonella spp. realizados en 2015.

ANTIMICROBIANO	% RAM 2015		
	R	I	S
Amikacina (AK)	Resistencia clínica		
Ampicilina (AM)	0	0	100
Ácido Nalidixico (AN)	25	0	75
Amoxicilina (AMC)	0	0	100
Aztreonam (ATM)	0	0	100
Cloranfenicol (C)	0	0	100
Ceftazidima (CAZ)	0	0	100
Cefalotin (CF)	Resistencia clínica		
Ciprofloxacina (CIP)	0	0	100
Colistina (CL)	0	0	100
Cefuroxime (CXM)	Resistencia clínica		
Ceftriaxone (CRO)	33	0	67
Ceftiofur (EFT)	0	0	100
Ertapenem (ETP)	0	0	100
Enrofloxacina (ENR)	0	0	100
Cefepime (FEP)	33	0	67
Nitrofurantoina (FM)	0	50	50
Cefoxitin (FOX)	Resistencia clínica		
Gentamicina (GM)	Resistencia clínica		
Imipenem (IPM)	0	0	100
Kanamicina (K)	0	0	100
Levofloxacina (LVX)	0	0	100
Meropenem (MEM)	0	0	100
Piperacilin-Tazobactam (TZP)	0	0	100
Tigeciclina (TGC)	0	0	100
Sulfonamidas (S)	25	0	75
Trimetroprim-Sulfametoxazol (SXT)	0	0	100

No se evidenció resistencia alta a ninguno de los antimicrobianos estudiados en las presuntas cepas de Salmonella Spp., situación favorable aun cuando no se han confirmado o tipificado las cepas aisladas, porque la salmonelosis humana es asociada frecuentemente con el consumo de productos avícolas (Donado, et al., 2012).

La prevalencia encontrada de resistencia antimicrobiana a los antimicrobianos estudiados en las presuntas cepas aisladas de *Salmonella* spp., se catalogaron como resistencia media en el caso del Ácido Nalidixico (25%), Ceftriaxone (33%), Cefepime (33%) y Sulfonamidas (25%); todos los demás antimicrobianos estudiados presentaron una susceptibilidad del 100%.

De aquellos antimicrobianos en los que se presentó resistencia antimicrobiana en las cepas aisladas de *Salmonella* spp., resalta en importancia la resistencia encontrada a ceftriaxone, cefalosporina de tercera generación y a cefepime cefalosporina de cuarta generación, ambos antimicrobianos son considerados de importancia crítica en el listado de la OMS, y el ceftriaxone además es considerado de importancia en el listado de la OIE.

Las Cefalosporinas de tercera y cuarta generación han sido los antimicrobianos de elección para el tratamiento de salmonelosis en humanos cuando la infección no se limita al tracto gastrointestinal, por inmunodepresión o en grupos etarios en riesgo (Bermúdez, Rincón y Suarez, 2014).

El resto de antimicrobianos estudiados en las cepas aisladas de *Salmonella* spp., presentaron 100% de sensibilidad.

En el estudio de la resistencia antimicrobiana en las presuntas cepas de *Salmonella* spp., el equipo Phoenix, por una regla de experto establecida previamente a pesar de ser sensibles in vitro, reportó resistencia a amikacina, cefoxitin, Cefuroxime, cefalotin y gentamicina, por posible resistencia a nivel clínico de *Salmonella* a estos antimicrobianos.

4.6 Multiresistencia a los Antimicrobianos estudiados en 2014 y 2015

Se definió multiresistencia como la ausencia de sensibilidad a, por lo menos un fármaco en tres o más de las categorías de antibióticos (Rodríguez et al., 2014).

Se encontró multiresistencia antimicrobiana en el 51,9 % de los aislamientos de *E. coli* y 87,5% en los aislamientos de *Enterococcus* spp. realizados en 2014, Para el año 2015 la multiresistencia disminuyo a 2.5% en los aislamientos de *E. coli* y 85,7% en los aislamientos de *Enterococcus* Spp.

La contaminación de los alimentos con bacterias resistentes a múltiples fármacos representa una gran amenaza para la salud pública, ya que hay una gran cantidad de pruebas que demuestran que las bacterias resistentes

a los antibióticos de origen animal puede ser transmitida a los seres humanos (Cui et al., 2016).

4.7 Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana en la producción primaria de huevos destinados al consumo humano.

El plan de gestión de riesgos se dividió en las siguientes áreas de intervención que influyen de manera directa e indirecta en la generación y difusión de la resistencia antimicrobiana en los predios de producción de huevos: Bioseguridad, Sanidad Animal, Buenas Prácticas de uso de medicamentos veterinarios, Bienestar animal, Buenas Prácticas de Manufactura durante la selección y empaque de los huevos y capacitación del personal.

Su contenido se encuentra enmarcado en los lineamientos generales establecidos en los capítulos 6.6 y 6.9 del Código sanitario de animales Terrestres (OIE, 2015; OIE,2015), las directrices para el análisis de riesgos de resistencia a los antimicrobianos transmitida por los alimentos del Codex Alimentarius (CODEX, 2011), el código de prácticas para la reducir al mínimo y contener la resistencia a los antimicrobianos del Codex Alimentarius (CODEX, 2005). La estrategia mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos (OMS,2001), la resolución ICA 3652 de 2014 “Por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de granjas avícolas bioseguras de postura y levante y se dictan otras disposiciones” (ICA, 2014) y la experiencia y conocimientos adquiridos por la autora en su ejercicio profesional y en el trascurso de la maestría de Programas Sanitarios y de Inocuidad de la Universidad para la Cooperación Internacional.

4.7.1 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana en huevo relacionadas con la Bioseguridad y la Sanidad Animal.

Teniendo en cuenta que la OIE, en su Código Sanitario para los Animales terrestres define Bioseguridad como “un conjunto de medidas físicas y de gestión diseñadas para reducir el riesgo de introducción, radicación y propagación de las enfermedades, infecciones o infestaciones animales hacia, desde y dentro de una población animal” (OIE, 2015), en la medida en que la aplicación de estrategias de prevención de enfermedades reduce la necesidad de un tratamiento antimicrobiano, indirectamente podrían surgir beneficios en la reducción de la presión de selección de resistencia (Murphy, Fajt, Scott, Foster y Wickwire, 2015), a continuación se describirán las medidas que deberían establecerse en una granja avícola de ponedoras:

- El predio debe encontrarse delimitado por medio de un cerco perimetral que impida el ingreso libre de animales, personas y vehículos.

- El predio debe contar con la asistencia técnica de un Médico Veterinario, con tarjeta profesional vigente.
- Llevar registrado en un formato único el ingreso de animales. Este formato incluirá como mínimo la siguiente información: fecha de ingreso, origen de los animales, identificación del lote dentro del predio, edad de los animales al momento del ingreso.
- Llevar registrado en un formato único, el ingreso de personas y vehículos. Dicho formato incluirá como mínimo la siguiente información: Fecha de ingreso, nombre, identificación o placa del vehículo, número celular de contacto, origen y destino.
- Poseer un área ubicada en la entrada del sistema de producción, en la cual sea posible realizar cambio de ropa y desinfección de elementos, para el ingreso de personas al predio.
- Contar con un área de cuarentena, que evite el contacto de los animales que ingresan al predio con los demás, los animales permanecerán allí el tiempo que estime necesario el Médico Veterinario que presta asistencia técnica al predio. En caso de sistemas todo dentro todo fuera, no será necesaria la implementación de la cuarentena.
- Efectuar la vacunación obligatoria por la reglamentación sanitaria vigente (Enfermedad de Marek y enfermedad de Newcastle) y aquellas recomendadas por el Médico Veterinario que presta asistencia técnica al predio.
- Llevar un registro de la mortalidad presentada en el predio, que incluya como mínimo la siguiente información: fecha, número de animales muertos, posible causa de la mortalidad, diagnóstico o resultado de la necropsia y nombre del médico veterinario que realizó el diagnóstico.
- Realizar disposición adecuada de la mortalidad presentada en el predio, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
- Realizar disposición adecuada de los desechos sólidos y líquidos producidos por las actividades cotidianas del predio, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
- La cama de las gallinas debe ser tratada de forma adecuada y en lo posible no ser reutilizada.
- La pollinaza o gallinaza producida en el predio podría ser utilizada como abono únicamente si se realiza tratamiento de sanitización adecuada y se cumple con la normatividad ICA vigente en la materia.
- No podrá darse ni la pollinaza ni la gallinaza como alimento para otras aves de abasto u otras especies animales.
- Después de la salida de un lote de ponedoras de las instalaciones, es necesario poner en práctica procedimientos de limpieza y desinfección. Dicho procedimiento debe encontrarse por escrito y el personal debe tener conocimiento de él.

- Contar con un programa de control de plagas, debe contener por escrito las medidas físicas, químicas o biológicas instauradas en el predio y un registro donde se evidencie su aplicación y eficacia.

4.7.2 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Uso de Medicamentos Veterinarios.

Las medidas descritas a continuación son la línea central para la contención de la resistencia antimicrobiana, dado que según lo descrito por la OMS, mejorar el uso de los antimicrobianos debe ser una prioridad si se ha de controlar la aparición y diseminación de la resistencia (OMS, 2001) y que el uso incorrecto de los agentes antimicrobianos, que se utiliza en los tratamientos terapéuticos, promueve el desarrollo y propagación de bacterias resistentes a los antimicrobianos en animales y en los seres humanos a través de la cadena alimentaria (Domenech, Jiménez, Pérez, Ferrus y Escriche, 2015).

- Utilizar únicamente medicamentos veterinarios con Registro ICA, con fecha de vencimiento vigente y aprobados para su utilización en aves.
- No emplear medicamentos que no se encuentren aprobados para su uso en aves en producción de huevos.
- El almacenamiento de los medicamentos veterinarios debe evitar la contaminación cruzada con otros productos agropecuarios como plaguicidas y evitar la confusión. Se recomienda organizar y rotular los medicamentos por su función (Antiparasitarios, vitaminas, antimicrobianos, etc.).
- Todos los antimicrobianos utilizados en el predio, deben contar con una prescripción por parte de un médico veterinario y administrarse de acuerdo a las indicaciones y dosis descritas en el rotulado del producto.
- La administración de los medicamentos veterinarios únicamente debe realizarse por personal capacitado y en caso de no ser el Médico Veterinario, deberá ser instruido y aprobado por él.
- La dosificación y tiempo de aplicación de los medicamentos veterinarios prescrito por el médico veterinario debe ser consecuente con el rotulado del producto, y no debe ser variada sin su autorización previa.
- No se deberán interrumpir los tratamientos antimicrobianos sin justificación médico veterinaria.
- Cumplir con los tiempos de retiro, descritos en el rotulado del producto, los huevos de los animales en tiempo de retiro deberán ser desechados y por ningún motivo se deben destinar para la alimentación humana o animal.

- Poseer un registro de aplicación de medicamentos veterinarios que incluya como mínimo la siguiente información: fecha de Aplicación, nombre del producto, registro ICA, dosis, vía de administración, Identificación del animal o lote tratado, tiempo de retiro y nombre de quien realizó la administración.
- En caso de que se presenten efectos adversos posteriores a la administración de un medicamento veterinario, incluyendo la falta de eficacia de un producto, se deberá reportar a la oficina local del ICA más cercana.

4.7.3 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Alimentación Animal.

Es importante establecer medidas referentes a la alimentación animal, considerando que el uso de agentes antimicrobianos tiene lugar en diferentes sectores agrícolas y en distintas etapas de la producción que comprenden los piensos en los animales destinados a la producción de alimentos y la producción de cultivos durante la elaboración de productos alimenticios (Codex,2011).

- Únicamente utilizar alimentos concentrados para animales y suplementos alimentarios con registro ICA.
- Se recomienda la no utilización de alimentos promotores de crecimiento que contengan en su formulación agentes antimicrobianos.
- El Almacenamiento de los alimentos debe protegerlo de los cambios de temperatura, humedad, evitar la proliferación de plagas y la contaminación cruzada con otros productos agropecuarios.
- En caso de almacenar los alimentos en bultos, deberán estar separados de la pared y el piso.
- En caso de administrar medicamentos veterinarios en agua o alimentos, se deben implementar las buenas prácticas de uso de medicamentos veterinarios.
- En caso de tener aves en pastoreo o emplear en la alimentación de las ponedoras, productos o subproductos de cosechas, se deberá tener en cuenta el cumplimiento de los periodos de carencia para plaguicidas y fertilizantes y el tiempo de retiro para antimicrobianos de uso fitosanitario.
- No adicionar a los alimentos o agua de bebida antimicrobianos como medida preventiva o como promotores de crecimiento.

4.7.4 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con el Bienestar Animal.

Debido a que la sanidad animal es un componente del Bienestar animal (OIE,2015), que la gran mayoría del sufrimiento de los animales en producción es experimentado por las gallinas ponedoras que son criadas en jaulas (Mora, 2011) y que el uso responsable y prudente de los Medicamentos veterinarios incluye la implementación de medidas y recomendaciones prácticas destinadas a mejorar la sanidad y el bienestar animal, previniendo y reduciendo al mismo tiempo la selección, emergencia y propagación de bacterias resistentes a los agentes antimicrobianos en los animales y en el ser humano (OIE,2015), es importante implementar en los predios de producción primaria medidas tendientes al cumplimiento de las cinco libertades de los animales descritas en el capítulo 7.1 del código para los animales terrestres de la OIE (OIE,2015).

- Contar con agua a voluntad y que la misma sea de calidad que no cause riesgo a la salud de los animales que la consuman. Para el presente caso prima la calidad microbiológica, la cual deberá tener cuidado preferencial a presencia de coliformes fecales y *Salmonella*.
- Contar con alimento en cantidad y calidad nutricional adecuada para la edad productiva de cada lote de ponedoras.
- En casos de tener ponedoras en confinamiento, las mismas deben contar con el espacio suficiente para manifestar su comportamiento natural.
- No debe ser proporcionado a ninguno de los animales, dolor, estrés o maltrato físico.
- No generar a los animales enfermedad por negligencia o falta de atención Médico Veterinaria.

4.7.5 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con las Buenas Prácticas de Manufactura durante la selección y empaque de los huevos.

La implementación de las BPM mejoran la calidad en una planta procesadora de huevo y contribuyen reduciendo riesgos en la bioseguridad, reduce los riesgos de seguridad alimentaria del huevo, ayuda en la trazabilidad de los procesos y permite una sustentabilidad en el negocio (Román, 2007), en la producción primaria es importante su establecimiento durante la recolección, selección y empaque, debido a que la *Salmonella* permanece por largos periodos en el ambiente y las heces; los huevos pueden contaminarse por transmisión vertical, durante la postura o el almacenamiento (Suarez y Mantilla, 2000).

- Proporcionar al personal que labora en el predio la dotación adecuada para sus actividades y mantenerla limpia.
- Establecer por escrito un programa de higiene para el personal manipulador de los huevos, que incluya: Cambio de ropa al ingreso

al predio, procedimiento lavado de manos, frecuencia del lavado de manos y exámenes médicos a realizar de forma continua.

- El personal no debe utilizar maquillaje o accesorios dentro del predio, mantener las uñas cortas y sin esmalte y el cabello recogido, durante el desarrollo de sus funciones.
- Realizar la recolección de los huevos lo antes posible con el fin de evitar la contaminación fecal de los mismos.
- Evitar la ruptura de los huevos, en caso de presentarse desechar los huevos y no dar los mismos a la alimentación humana.
- En caso que los huevos se ensucien con materia fecal, se deben implementar prácticas de limpieza y desinfección. Dichas prácticas deben estar por escrito y ser conocidas por el personal que labora en el predio.
- El área de almacenamiento de los huevos debe permanecer en condiciones adecuadas de limpieza, para lo cual se deben tener procedimientos de limpieza y desinfección por escrito y en un lugar visible. Es importante que el personal encargado de la limpieza y desinfección de las áreas de almacenamiento, tenga conocimiento de dichos procedimientos.
- Con el fin de tener trazabilidad de los huevos producidos en el predio, es importante identificar los huevos, según el lote del que proviene y la fecha de recolección.
- El material utilizado para el empacado o embalaje de los huevos, deberá ser nuevo, solo podrán reciclarse aquellos que su material permita realizarle prácticas de desinfección antes de su próximo uso.

4.7.6 Medidas de Gestión de Riesgos de la Resistencia Antimicrobiana relacionadas con la Capacitación del Personal.

La ausencia de asistencia técnica médico veterinaria y la falta de capacitación del personal en la producción pecuaria, da como resultado que la formulación de medicamentos sea sin criterio profesional, lo que genera una mayor probabilidad de uso errado de los medicamentos, que para el caso de los antimicrobianos puede contribuir a generar resistencia (Bermúdez, Rincón y Suarez, 2014). Por lo anterior, es importante capacitar al personal que labora en el predio, como mínimo en las siguientes temáticas:

- Normas vigentes sanitarias y de inocuidad establecidas por el ICA.
- Enfermedades de control oficial en Aves en Colombia: Enfermedad de Newcastle e Influenza aviar.
- Higiene personal.
- Prácticas de limpieza y desinfección implementadas en el predio.
- Buenas Prácticas de Alimentación Animal.
- Buenas Prácticas de Uso de Medicamentos Veterinarios.

- Bienestar Animal.
- Funciones inherentes a sus labores.

4.8 Consideraciones finales

- La alta prevalencia de resistencia a tetraciclinas encontradas en los aislamientos de *Enterococcus spp.*, tanto en 2014 como en 2015, no es sorprendente habida cuenta que la tetraciclina es un antimicrobiano ampliamente utilizado en la industria avícola a nivel mundial, siendo esta la principal causa de la selección de bacterias resistentes a este fármaco (Salehi y Bonab, 2006)
- El hecho que los presuntos aislamientos de *Salmonella spp.*, presentaran resistencia a Ceftriaxone y Cefepime, cefalosporinas de tercera y cuarta generación respectivamente es un signo de alarma para la salud pública nacional, habida cuenta que *Salmonella spp.*, constituye uno de los agentes infecciosos mas comunes y ampliamente distribuidos dentro de las enfermedades transmitidas por los alimentos, instruyéndose en un problema de salud publica y animal (Fierro, et. Al., 2011), y que son las cefalosporinas de tercera y cuarta generación una terapia limitada para la meningitis bacteriana aguda y las enfermedades causadas por *Salmonella* en niños (FAO, 2010).
- Considerando que los Carbapenemes son el último escalón disponible para el tratamiento de muchas de las infecciones bacterianas (Agencia Española De Medicamentos Y Productos Sanitarios [AEMPS], 2014), es favorable que los antimicrobianos pertenecientes a este grupo estudiados en los aislamientos de *E. coli* y *Salmonella spp.*, fueron 100% sensibles.
- Igualmente favorable es el hecho que los aislamientos de *E. coli* y *Salmonella spp.*, fueran 100% sensibles a la Colistina en vista que es un antimicrobiano antiguo renovado para tratar las bacterias Gram negativas, resistentes a los medicamentos, sobre todo aquellas que son capaces de producir mecanismos de resistencia a carbapenémicos (Hart, 2014).
- A pesar que no se observaron aislamientos de *Enterococcus spp.*, resistentes a la vancomicina, el hecho de encontrar cepas con sensibilidad intermedia, es importante, debido a que la vancomicina es una terapia limitada de infecciones causadas por *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus spp.* Resistentes a múltiples medicamentos (OMS, 2001) y por ello se deben establecer las medidas pertinentes para evitar que su resistencia avance y se presenten en el futuro cepas resistentes a la vancomicina.

CONCLUSIONES

- Siendo *E. coli* y *Enterococcus spp.*, comensales normales del tracto gastrointestinal de las aves, la relevancia de la contaminación encontrada está centrada en el posible hallazgo de *salmonella spp.*, en los Departamentos de Guaviare y Bolívar en el año 2015, en razón a su impacto en la salud pública nacional.
- En los departamentos en los cuales se aislaron *E. coli*, *Enterococcus spp.* o *Salmonella spp.* en 2014 y 2015, se evidenció resistencia al menos a uno de los antimicrobianos analizados.
- El hallazgo de una prevalencia alta a las tetraciclinas en los aislamientos de *Enterococcus* en 2014 y 2015, podría relacionarse con su amplio uso en la producción avícola a nivel mundial.
- Encontrar sensibilidad del 100% a los antimicrobianos analizados en este estudio, pertenecientes al grupo de los Carbapenemes y a la Colisitina, es valioso considerando su uso en la medicina humana.
- La resistencia observada a ceftriaxone y cefepime en las presuntas cepas aisladas de *Salmonella Spp.*, constituyen una alerta sanitaria y de inocuidad en la producción primaria y una amenaza creciente en la salud pública a nivel nacional.

RECOMENDACIONES

- Implementar un Sistema de Reporte de Uso y comercialización de antimicrobianos, dicho sistema ayudará a elegir de forma eficaz los antimicrobianos a estudiar en el plan de monitoreo de la Resistencia Antimicrobiana en futuras vigencias.
- Homogenizar los antimicrobianos a analizar, con el fin de que en un futuro sea posible realizar un análisis de frecuencia de la Resistencia Antimicrobiana presentada a través de los años, de acuerdo a los agentes etiológicos estudiados.
- Dada la importancia de *Campylobacter* spp. en la salud pública, y que los estudios epidemiológicos demuestran que el 50% de los casos de campilobacteriosis están asociados con manipular o ingerir carne de ave (Koluman y Dikici, 2012), es relevante incluir para una futura vigencia, el estudio de la resistencia antimicrobiana en este microorganismo.
- Con el fin de preservar el uso de los antimicrobianos catalogados por la OIE y la OMS como de importancia crítica y elevada, exclusivamente para el tratamiento de enfermedades infecciosas en sanidad animal y salud humana, se recomienda al ICA evaluar la posibilidad de prohibir la utilización de antimicrobianos como profilácticos o promotores de crecimiento.
- Se insta al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y al Instituto Colombiano Agropecuario- ICA, a realizar una evaluación del acatamiento de la política pública referente a la venta y uso exclusivo de los antimicrobianos bajo prescripción de un Médico Veterinario.
- Tendiente a la correcta ejecución del Plan de Gestión de Riesgos propuesta, se requiere la proyección y aplicación por parte del ICA de un Plan de Comunicación del Riesgo inherente a la Resistencia Antimicrobiana que brinde información apropiada a las autoridades competentes en Inocuidad Alimentaria, los productores primarios de huevo, Médicos Veterinarios, Gremios avícolas y demás profesionales del sector avícola.
- Es prioritario implementar medidas de gestión del riesgo tendientes a evitar que la sensibilidad antimicrobiana de los aislamientos de *Enterococcus* spp., avance de intermedia a resistente.
- Finalmente es fundamental el establecimiento de una Red Interinstitucional de Vigilancia de la Resistencia Antimicrobiana a nivel nacional que incluya los productos de origen animal de mayor riesgo y donde participen todas las autoridades competentes en materia de Inocuidad alimentaria, con procedimientos unificados que permitan la detección de cambios trascendentales en la Resistencia a los antimicrobianos de mayor importancia para la sanidad animal y la salud pública nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acosta, S. M., Romero, M. Y Taborda, G. (2014) Determinación de residuos de Oxitetraciclina en muestras de Carne Bovina. *Revista Luna azul*, 39, 143-152.

Agencia Española De Medicamentos Y Productos Sanitarios [AEMPS] (2014) Plan estratégico y de acción para reducir el riesgo de selección y diseminación de la resistencia a los antibióticos. Recuperado de: <http://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/plan-estrategico-antibioticos/v2/docs/plan-estrategico-antimicrobianos-AEMPS.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Salud. Protocolos de vigilancia en salud pública: Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Recuperado de: www.saludcapital.gov.co/sitios/vigilanciasaludpublica/Protocolos%20de%20vigilancia%20en%20salud%20publica/Enfermedades%20Transmitidas%20Por%20Alimentos.pdf.

Álvarez, C., Cortes, J., Arango, A., Corrales, C., Leal, A. y Grebo (2006). Resistencia antimicrobiana en unidades de cuidado intensivo de Bogotá, Colombia, 2001-2003. *Rev. Salud Pública sup.*, 8(1), 86-101.

Bermúdez, P. M., Rincón, S. M. y Suárez, M.C. (2014) Evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* spp. aisladas del beneficio porcino en Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 32 (1), 88-94.

Bermúdez, P., Rincón, S. y Suarez, M (2014) Evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* spp. aisladas del beneficio porcino en Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 32 (1), 88-94.

Caminero, J. A., Sotgiu, G., Zumla, A. y Migliori, G. B. (2010) Best drug treatment for multidrug-resistant and extensively drugresistant tuberculosis. *Lancet Infect Dis*, 10, 621- 629.

Carlone, G., Pereyra, A., Denamiel, G. y Gentilini, E. (2011). Resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Escherichia coli* de origen animal. *Invet*, 13(2), 47-51.

CLSI. (2013). CLSI Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals; Approved Standard – Third.

Codex Alimentarius (2005) CAC/RCO 61-2005. Código de prácticas para reducir al mínimo y contener la resistencia a los antimicrobianos. Recuperado de: www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXP_061s.pdf

Codex Alimentarius. (2011) CAC/GL 77-2011. Directrices para el análisis de riesgos de resistencia a los antimicrobianos transmitida por los alimentos. Recuperado de: www.fao.org/input/download/standards/11776/CXG_077s.pdf

Colombia (2016). En Wikipedia. Recuperado el 19 de marzo de 2016 de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Colombia>.

Colombian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance [Coipars]. (2016). Estado del Arte. Recuperado: <http://coiparsamr.wix.com/coipars#!que-es-coipars>.

Cosby, D., Crox, N., Harrison, M., Wilson, J., Buhr, J., Fedorka P. (2015). Salmonella and antimicrobial resistance in broilers: a review. *J. appl. Res*, 24, 408-426. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfv038>.

Cota, E., Hurtado, L., Pérez, E. y Alcántara, L. (2014). Resistencia a antibióticos de cepas bacterianas aisladas de animales destinados al consumo humano. *Revista iberoamericana de ciencia*, 1 (1), 75-86.

Cui, M., Xie, M., Qu, Z., Xhao, S., Wang, J., Wang, Y., Tao, H., Wang, H., Zuo A. y Wu, C., (2016) Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella isolated from an integrated broiler chicken supply chain in Qingdao, China, *Food Control*, 62, 270-276.

Decreto 1880. "Por el cual se reglamenta el Artículo 65 de la Ley 101 de 1993" (1994). Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: [http://www.ica.gov.co/getattachment/f1021832-6c76-4849-bcd8-520f725907c8/1840-\(1\).aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/f1021832-6c76-4849-bcd8-520f725907c8/1840-(1).aspx)

Decreto 4765 "por el cual se modifica la estructura del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y se dictan otras disposiciones" (2008). Diario Oficial. Bogotá, Colombia, 18 de diciembre de 2008.

Documento CONPES 3468: Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola. (2007). Bogotá D. C., 30 de abril de 2007.

Domenech, E., Jiménez, A., Pérez, R., Ferrus, M. A. y Escriche I. (2015) Risk characterization of antimicrobial resistance of salmonella in meat products. *Food Control*, 57, 18-23.

Donado, P., Castellanos, R., León, M., Arévalo, A., Clavijo, V., Bernal, J., León, D., Tafur, M. A., Byrne, B. A., Smith, W. A. y Pérez, E. (2015). The establishment of the Colombian integrated program for antimicrobial resistance surveillance (COIPARS): A pilot Project on poultry farms, slaughter-houses and retail market. *Zoonoses and Public Health*, 62(1), 58-69. doi: 10.1111/zph.12192.

Donado, P., Clavijo, V., León, M., Tafur, M. A., González, S., Hume, M., Alali, W., Walls, I., Danilo, M.A., Wong L., y Doyle, M. P. (2012) Prevalence of salmonella on retail broiler chicken meat carcasses in Colombia. *Journal of Food Protection*, 75 (6), 1134-1138.

Donado, P., Gardner, I., Vurne, B. A., León, M., Pérez, E., Ovalle, M. V., Tafur, M. A. y Miller W. (2012). Prevalence, risk factors and antimicrobial resistance profiles of Salmonella from comercial broiler farms in two important poultry-producing regions of Colombia. *Journal of Food Protection*, 75 (5), 874-883. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-458.

El Heraldo. (2014) Cifras Industria Avícola Nacional. *Periódico El Heraldo* Recuperado de: <http://www.elheraldo.co/infografias/cifras-industria-avicola-en-colombia-147056>

Europea Wood Safety Authority (EFSA) (2008). Harmonised monitoring of antimicrobial resistance in salmonella and Campylobacter isolates from food animals in the European Union. *Journal Compliation CMI*, 14, 522-533.

Falcón, N., Ortega, C., Gorniak, S., Villamil, L. C., Ríos C. y Simón M. C. (2010). El problema de la resistencia a antibióticos en salud pública. *Revista Sapuvet*, 1, 75-78.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia –FENAVI- (2016). Resultado del tercer censo nacional Agropecuario, Realidades que concuerdan. *Revista Avicultores*. Recuperado de: <http://www.fenavi.org/images/stories/revistaavicultores/libros/revista-234/> .

Fierro, M. A., Osorio, C. A., Fandiño, L.C. y Rondon, L.S. (2011) Resistencia antibiótica en Salmonella entérica serovar Typhiurium asiladas de granjas piscícolas en el departamento del Tolima. *Orinoquia*, 15 (1), 71-78.

García, P. (2003). Resistencia bacteriana en Chile. *Rev. Chil. Infect.*, 20(1), 511-523.

González M. (2013). Resistencia antimicrobiana. Una amenaza mundial. *Revista Cubana de Pediatría*, 85 (4), 414-417.

González, P. (2002) Vigilancia de la resistencia antimicrobiana. *Rev. Chil. Infect.*, 19 (2), 135-139.

Hanon, J.B., Jaspers, S., Butaye, P., Wattiau, P., Meroc, E., Aerts, M., Imberechts, H., Vermeersch, K. y Van der Stede, Y. (2015) A trend analysis of antimicrobial resistance in comensal Escherichia coli from several livestock species in Belgium (2011-2014). *Preventive veterinary Medicine*, 122, 443-452.

Hart, M. (2014) Colistina, el resurgir de un antimicrobiano. Nota Breve. *Rev Cubana Med.*, 53(2).

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2009). Guía para la prevención, control y erradicación de la enfermedad de Newcastle. Recuperado de: http://www.ica.gov.co/Multimedia/swf/PublicacionesICA/Pecuarías/11_Guia_newcastle/index.html

Junod, T., López, J., Gadrick, P. (2013). Estudio de susceptibilidad antimicrobiana de Salmonella entérica en muestras de origen animal y alimentario. *Rev. Med. Chile*, 141, 298-304.

Koluman, A. y Dikici, A. (2012) Antimicrobial resistance of emerging foodborne pathogens: status quo and global trends. *Critical reviews in Microbiology*, Early online, 1-13.

León, M., (2016) Entrevista a Experto: Ingrid Maribel León, Médico Veterinario Maestrante, Encargada hasta el año 2014 del procesamiento y análisis de las muestras de Resistencia Antimicrobiana de la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Veterinarios.

Ley 073: por la cual se dictan normas para el ejercicio de las profesiones Medicina y Veterinaria, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Zootecnia (1985). Diario Oficial, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-103974_archivo_pdf.pdf

Ley 101: Ley general de Desarrollo Agropecuario y Pesquero (1993). Diario Oficial, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/03157617-c629-47dd-a2ff-be9ff1dcf2b5/1993L101.aspx>

Ley 1255. “por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar, así como el control y erradicación de la enfermedad del Newcastle en el territorio nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector avícola nacional”. (2008). Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: [http://www.ica.gov.co/getattachment/63ddd52e-0576-43dd-8af3-10adf5925e23/2008L1255-\(1\).aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/63ddd52e-0576-43dd-8af3-10adf5925e23/2008L1255-(1).aspx)

Louden, B.C., Haarmann, D., Han, J., Foley, S.L. y Lynne A.M. (2012) Characterization of antimicrobial resistance in Salmonella entérica serovar typhimurium isolates from food animals in the U.S. *Food Research International*, 45, 968-972. Doi: 10.1016/j.foodres.2011.03.055.

Mantilla, J., Pulido, M., Jaime, J. (2010). Prueba de sensibilidad antimicrobiana de cepas de Salmonella Grupo D (móviles e inmóviles) aisladas de ponedoras comerciales en Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(3), 168-177.

Mora, R.A (2011) Enfoque eficiente del bienestar animal en el contexto nacional e internacional. *Rev. Colom. Cienc. Pecuár.*, 24 (3), 327-331.

Murphy, C. P., Fajt, V. R., Scott, H. M., Foster, M. J. y Wickwire, P. (2015) Scoping review to identify potencial non-antimicrobial interventions to mitigate antimicrobial resistance in commensal enteric bacteria in Nort American cattle production systems. *Epidemmiol. Infect*, 1-18.

Wire, P. (2015) Scoping review to identify potencial non-antimicrobial interventions to mitigate antimicrobial resistance in commensal enteric bacteria in Nort American cattle production systems. *Epidemmiol. Infect*, 1-18.

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. Resistencia a los antimicrobianos. Sobre la resistencia a los agentes antimicrobianos. Recuperado de: www.oie.int/es/for-the-media/ami/.

OIE, Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011) Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 3rd Revision. Recuperado de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77376/1/9789241504485_eng.pdf

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal (2015) Código Sanitario para los Animales Terrestres. Capitulo 7.1. Introducción a las recomendaciones para el bienestar animal de los animales. Recuperado de: http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal (2015) Hoja informativa: Bienestar animal. Recuperado de: www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_Sheets/AW_ES.pdf

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal . (2009). Resoluciones adoptadas por el Comité Internacional de la OIE durante la 77a Sesión General 24 – 29 de mayo de 2009. Recuperado de: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/About_us/docs/pdf/E_RESO_2009_PUB.pdf

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015) Lista De Agentes Antimicrobianos Importantes Para La Medicina Veterinaria. Recuperado de: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Our_scientific_expertise/docs/pdf/Sp_OIE_List_antimicrobials_Mayo2015.pdf

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Prefacio. Recuperado de: <http://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=preface.htm>

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Título 6. utilización de agentes antimicrobianos en animales acuáticos. Recuperado de: http://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=titre_1.6.htm

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). Resoluciones adoptadas por el Comité Internacional de la OIE durante la 83a Sesión General 24 – 29 de mayo de 2015. Recuperado de: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/About_us/docs/pdf/Session/E_RESO_2015_public.pdf

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. Uso prudente y responsable de los agentes antimicrobianos. Recuperado de: www.oie.int/es/para-los-periodistas/amr-es/related-link-es/ .

OMS, Organización Mundial de la Salud (2001) Estrategia Mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos. Recuperado de: <http://www.who.int/drugresistance/SpGlobal2.pdf>

OMS/FAO, Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). (2007) Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos: Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos.

Organización Mundial de Sanidad Animal. Resistencia a los antimicrobianos. Actividades de la OIE. Recuperado de: www.oie.int/es/nuestra-experiencia-cientifica/productos-veterinarios/antimicrobianos/ .

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (2015) Código Sanitario para los Animales Terrestres. Glosario. Recuperado de: <http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=glossaire.htm>

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2001) Estrategia Mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos. Recuperado de: <http://www.who.int/drugresistance/SpGlobal2.pdf>

OMS, Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). (2007) Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos: Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos.

Pantozzi, F.F., Moredo, F.A., Vigo, G.B. y Giacaboni, G.I. (2010). Resistencia a los antimicrobianos en bacterias indicadoras y zoonóticas aisladas de animales domésticos en Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 42, 49-52.

Patrick, D., Grant, J. y Saxinger L. (2014). Surveillance of antimicrobial resistance and antimicrobial utilization in Canada. Recuperado de:

<http://necid.ca/publications/surveillance-of-antimicrobial-resistance-and-antimicrobial-utilization-in-canada/>

Pérez, H. J. y Robles, A. (2013). Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia bacteriana. *Revista Medica MD*, 4 (3), 186-191.

Puig, Y., Espino, M., Leyva, V. (2011). Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. coli aisladas de alimentos: revisión de la literatura. *Panorama Cuba y salud*, 6 (1), 30-38.

Quesada, A., (2016) Entrevista a Experto: Adriana Julieth Quesada, Medico Veterinario apoyo al proceso de muestras de Resistencia Antimicrobiana de la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Veterinarios.

Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos (INFOSAN). (2008). Nota informativa N°2: Resistencia a los antimicrobianos transferida por los animales productores de alimentos. Recuperado de: www.who.int/foodsafety/fs_management/No_02_antimicrobial_Mar08_Es-Pdf.

Resolución 1326. “Por la cual se adoptan disposiciones para la utilización y comercialización de productos antimicrobianos de uso veterinarios” (1961). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/bfd42ced-5aa1-420b-bb5b-f027ebf3d53e/1981R1326.aspx>

Resolución 1476. “Por la cual se reglamenta la Resolución N°. 261 de 1975 sobre el control de la Salmonelosis en las aves de corral” (1976). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/1e0b6d2d-40ee-48a8-b3bb-102a1fb79e51/1976R1476.aspx>

Resolución ICA 1056. “Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones N° 170 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993” (1996). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/498ca7d0-65d6-4f6d-bb03-bc905c0a22d7/1056.aspx>

Resolución ICA 1082. “Por la cual se prohíbe el uso y comercialización de la Furozalidona, la Nitrofurazona y la Furaltadona para uso animal” (1995). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/24c26050-e56e-4c97-9d24-6093f6d39620/1995R1082.aspx>

Resolución ICA 1167. “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro y control de personas que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas para siembra a través de establecimientos

de comercio”(2010). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/fe7bfb08-de93-410a-82a4-41f30664fb55/2010R1167.aspx>

Resolución ICA 1515. “por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el registro sanitario de predio avícola – RSPA” (2015). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/cc682ed9-4ed0-4ea2-8592-52ff5c2d1921/2015R1515.aspx>

Resolución ICA 1610. “Por medio de la cual Colombia se declara como País Libre de Influenza Aviar” (2011). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/f51572c7-daf1-4e70-ae01-4f4922c30ddd/2011R1610.aspx>

Resolución ICA 1787. “Por la cual se toman medidas de orden sanitario” (1992). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/2fbc00fa-7d35-4af9-8f1e-eafb971bb0c2/1992R1787.aspx>

Resolución ICA 1966. “por la cual se reglamenta el uso de productos o sustancias antimicrobianas como promotores de crecimiento o mejoradores de la eficiencia alimenticia (1984). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/009978a7-9af6-4e7d-958a-5b6c50f1a884/1984R1966.aspx>

Resolución ICA 3652. “Por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de granjas avícolas bioseguras de engorde y se dictan otras disposiciones” (2014). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/124802ad-c49c-470d-809e-a9ce5ad3db76/2014R3652.aspx>

Resolución ICA 991. “por la cual se prohíbe el uso y comercialización del Dimetridazol para uso animal” (2004). Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: [http://www.ica.gov.co/getattachment/082668d8-9502-44d8-883a-3520be1ae299/991-\(1\).aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/082668d8-9502-44d8-883a-3520be1ae299/991-(1).aspx)

Rivera, L., Motta, P., Cerón, M., Chimonja, F. (2012). Resistencia de la Salmonella a los antimicrobianos convencionales para su tratamiento. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 7 (1), 110-127.

Rivera, M., Granda, A., Felipe, L y Bonachea, H. (2012). Resistencia antimicrobiana en cepas de salmonella entérica. Subsp. Entérica aislada en carnes de aves importadas. *Rev. Salud. Anim.*, 34(2), 120-126.

Rodríguez, E., León, G., Petersen, S., Pérez, H. R., Gonzáles, E. y Morfin, R. (2014) La evolución de la resistencia bacteriana en Mexico, 1973-2013. *Biomedica*, 4 (1), 181-190.

Rojas A., I. (2016) Entrevista a Experto: Aida Ivette Rojas Sabogal, Medico Veterinario Especializado. Coordinadora del Grupo Interno de Trabajo de registro de Medicamentos y Biológicos Veterinarios del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Román, D.M. (2007). Buenas Prácticas de Manufactura. Planes de higiene y sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control para la pequeña y mediana empresa quesera, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina. p. 9

Ruiz, J., Suárez, M., Uribe, C. (2006). Susceptibilidad antimicrobiana in vitro de cepas de *Salmonella* spp. en granjas de ponedoras comerciales del departamento de Antioquia. *Rev. Col. Cienc. Pec*, 19(3), 297-305.

Salehi, Z.T., Bonab, F.S. (2006) Antibiotics susceptibility pattern of *Escherichia coli* strains isolated from chickens with colisepticemia in Tabriz Province, Iran. *Int. J. Poult. Sci*, 5 (7), 677- 684.

Secretaria de Salud Distrital, Grupo Para El Control De La Resistencia Bacteriana De Bogotá -GREBO- (2010) Manual De Actualización En Resistencia Bacteriana y Normas CLSI M100 – S202010. Recuperado de: http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/SiteCollectionDocuments/Manual_Resistencia_SDS_2010.pdf

Sierra, J.M. y Vila, J. (2005). Mecanismos de acción y de resistencia a los antimicrobianos en bacterias Gram positivas. Recuperado de: www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2419/02.JMSO_ARTICLE_I.pdf?sequence=2.

Suarez, M.C. y Mantilla, J. R. (2000) Presencia de *Salmonella* serovariedad Enteritidis en productos de origen avícola y su repercusión en salud pública. *Lateia*, 13, 237-245.

Tafur, M. A., Entrevista a experto: Director Técnico de Inocuidad e Insumos Veterinarios del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Unión Europea (2003). Directiva 2003/99/ce del parlamento europeo y del consejo. Recuperado de: http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/legislacion/Directiva_2003_99_tcm7-6013.pdf

Unión Europea (2007). Decisión de la Comisión 2007/407/CE. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007D0407&from=ES>

Uribe, C. y Suarez, M. C. (2006) Salmonellosis no tifoidea y su trasmisión a través de los alimentos de origen aviar. *Colombia Médica*, 37(2), 151-58.

Velayati, A. A., Masjedi, M. R., Farnia, P., Tabarsi, P., Ghanavi, J., Ziazarifi, A. H. y Hoffner, S.E. (2009) Emergence of new forms of totally drugresistant tuberculosis bacilli: super extensively drugresistant tuberculosis or totally drug-resistant strains in iran. *Chest*, 136, 420-425.

Wieczorek, K., Denis E. y Oseck, J. (2015) Comparative analysis of antimicrobial resistance and genetic diversity of *Campylobacter* from broilers slauhtered in Poland. *International Journal of Food Microbiology*, 210, 24-32.

ANEXO 1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y apellidos: Maria Fernanda Serrano De La Cruz

Lugar de residencia: Bogotá, D.C Colombia

Institución: Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Cargo / puesto: Profesional Universitario-Contratista

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 16 de diciembre de 2015	Nombre del proyecto: Gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana en la producción primaria de huevo, a partir de los resultados del plan de monitoreo realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en 2014 y 2015.
Fecha de inicio del proyecto: Enero de 2016	Fecha tentativa de finalización: Abril de 2016
Tipo de PFG ARTÍCULO CIENTÍFICO	
Objetivos del proyecto:	
OBJETIVO GENERAL	
<p>Crear un plan de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana para los productores primarios de huevo, basado en el análisis de los resultados de los monitoreos, realizados en Colombia, por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en los años 2014 y 2015, con el fin de contribuir a la disminución de la presencia de este fenómeno.</p>	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la estadística en los resultados de los monitoreos a la resistencia antimicrobiana realizados por el ICA en 2014 y 2015, con el fin de conocer el estado latente de la resistencia antimicrobiana en huevo. • Analizar los resultados de los monitoreos a la resistencia antimicrobiana en la producción primaria de huevo realizados por el ICA en 2014 y 2015, para orientar la elaboración del plan de comunicación de riesgo, teniendo en cuenta la importancia de los antimicrobianos estudiados en la producción avícola nacional y su impacto en la salud pública. • Evaluar las directrices en la gestión del riesgo dadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con el fin de armonizar las estrategias de gestión del riesgo definidas, con las establecidas a nivel internacional. 	
Justificación del proyecto:	
<p>Teniendo en cuenta que después de la ganadería (carne y leche), la avicultura tiene el segundo lugar en las principales actividades de la economía agropecuaria nacional, este artículo es de gran trascendencia desde la perspectiva de la salud pública, ya que los</p>	

productos avícolas se encuentran implicados en muchos casos de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs)¹. Principalmente por la presencia de *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum* (generador del botulismo) y estreptococos producida por *Streptococcus beta-hemolíticos*².

Siendo la *Salmonella* y el *Campylobacter*, dos de los responsables más frecuentes de enfermedades transmitidas por alimentos, y que se ha constatado una creciente resistencia a los antimicrobianos en ambas bacterias³; resistencia que se produce por una combinación de factores entre los que se destaca el uso inadecuado de los antimicrobianos en el hombre y en los animales⁴, por lo cual la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (FAO por sus siglas en inglés), considera que es importante que desde la producción primaria hasta el punto de consumo, los huevos y sus subproductos sean sometidos a medidas de control destinadas a lograr el nivel adecuado de protección de salud pública, como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), de higiene y de fabricación⁵.

Estableciendo así la oportunidad para que los productores primarios de huevo, gestionen y conozcan los riesgos que representa para su producción y para la salud pública, el uso inadecuado de los antimicrobianos, partiendo del hecho que la resistencia a los agentes antimicrobianos se comporta como una amenaza sanitaria a nivel mundial, y por lo tanto, sus consecuencias, directas o indirectas, pueden perjudicar la salud humana y la sanidad animal⁶.

Restricciones:

- Existe poca información a nivel nacional que se refiera a planes de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana.
- Interés del gremio avícola del país Federación Colombiana de Avicultura (FENAVI) en participar en la creación y ejecución del plan de gestión del riesgo.
- Receptividad de los productores para recibir la información proporcionada y de implementar las medidas dispuestas en el plan de gestión del riesgo.

Entregables:

Avances del PFG.

Entrega del documento de PFG para su revisión y posterior aprobación.

Plan de gestión del riesgo de la resistencia antimicrobiana para los productores primarios de huevo.

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s):

- Insitituto Colombiano Agropecuario (ICA)

¹ Republica de Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación (2007) Documento CONPES 3468: Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola.

² Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Salud. Protocolos de vigilancia en salud pública: Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Consultado el 22/12/2015 en: www.saludcapital.gov.co/sitios/vigilanciasaludpublica/Protocolos%20de%20vigilancia%20en%20salud%20publica/Enfermedades%20Transmitidas%20Por%20Alimentos.pdf.

³ INFOSAN (2008) Nota informativa N°2: Resistencia a los antimicrobianos transferida por los animales productores de alimentos. Consultado el 21 de Noviembre de 2015, en: www.who.int/foodsafety/fs_management/No_02_antimicrobial_Mar08_Es-Pdf

⁴ Puig Peña Yamila; Espino Hernandez Maria, Leyva Castillo Virginia (2011) Resistencia antimicrobiana en *Salmonella* y *E. Coli* aisladas de alimentos:revisión de la literatura. *Panorama Cuba y salud*. 6 (1):30-38.

⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2007) Código de prácticas de higiene para los huevos y los productos de huevo. CAC/RCP 15-1976. Consultado el 22 de Diciembre de 2015, en: www.fao.org/docrep/012/i111501.pdf

⁶ Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Uso prudente y responsable de los agentes antimicrobianos. Consultado el 19/11/2015, en: www.oie.int/es/para-los-periodistas/amr-es/related-link-es/

<ul style="list-style-type: none"> • Productores primarios de huevo • Federación Colombiana de Avicultores (FENAVI) • Médicos Veterinarios asistentes técnicos de predios productores de huevo. <p>Cliente(s) indirecto(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidades • Profesionales y técnicos del sector productivo de huevo. • Empresas comercializadoras de huevo. • Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) • Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural • Ministerio de Salud y Protección Social 	
Aprobado por Director MIA: Dr. Félix Cañet Prades	Firma:
Aprobado por profesora curso Seminario de graduación: MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez	Firma:
Estudiante: Maria Fernanda Serrano De La Cruz	Firma:

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Salud. Protocolos de vigilancia en salud pública: Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Consultado el 22/12/2015 en:
www.saludcapital.gov.co/sitios/vigilanciasaludpublica/Protocolos%20de%20vigilancia%20en%20salud%20publica/Enfermedades%20Transmitidas%20Por%20Alimentos.pdf.
2. INFOSAN (2008) Nota informativa N°2: Resistencia a los antimicrobianos transferida por los animales productores de alimentos. Consultado el 21 de Noviembre de 2015, en:
www.who.int/foodsafety/fs_management/No_02_antimicrobial_Mar08_Es-Pdf
3. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2007) Código de prácticas de higiene para los huevos y los productos de huevo. CAC/RCP 15-1976. Consultado el 22 de Diciembre de 2015, en: www.fao.org/docrep/012/i1111501.pdf
4. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Uso prudente y responsable de los agentes antimicrobianos. Consultado el 19/11/2015, en: www.oie.int/es/para-los-periodistas/amr-es/related-link-es/
5. Puig Peña Yamila; Espino Hernandez Maria, Leyva Castillo Virginia (2011) Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. Coli aisladas de alimentos:revisión de la literatura. Panorama Cuba y salud. 6 (1):30-38.
6. Republica de Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación (2007) Documento CONPES 3468: Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola.