

Evaluación del conocimiento en los productores acerca del suministro de antibióticos en explotaciones avícolas de los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez (Cundinamarca, Colombia)

Yenny Alexandra Sánchez Cubillos

Angie Tatiana Arias Lozano

**Programa zootecnia
Facultad de ciencias Agropecuarias
Universidad de Cundinamarca
Fusagasugá, Cundinamarca
2019**

Evaluación del conocimiento en los productores acerca del suministro de antibióticos en explotaciones avícolas de los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez (Cundinamarca, Colombia)

Yenny Alexandra Sánchez Cubillos

Angie Tatiana Arias Lozano

Trabajo de grado opción investigación presentado como requisito para la obtención del título de Zootecnista

Nelson Enrique Arenas Suarez Lic. M.Sc Ph.D
Director

Edwin Davier Correa Rojas Zoot. M.Sc
Co-Director

**Programa Zootecnia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad de Cundinamarca
Fusagasugá, Cundinamarca
2019**

Agradecimientos

Agradecemos a Dios que lo hace todo posible, que cada día nos acompaña en nuestra formación guiándonos en cada paso a dar; porque a pesar de los altibajos nos fortaleció, superándonos en cada momento que lo necesitamos.

A nuestros PADRES, las personas que luchan día a día por sacarnos adelante, que gracias a ellos somos lo que somos y nos han dado el sentido de vida y de inspiración para realizar nuestros proyectos y han estado incondicionalmente en todo nuestro proceso de formación hasta el día de hoy.

A nuestras familias por acompañarnos y ser nuestro soporte en este largo camino de formación que sin ellos hubiese sido imposible culminar nuestro proceso de aprendizaje tan importante en nuestras vidas, por esos consejos que nos dieron ánimo, optimismo, confianza y responsabilidad.

Nota de aceptación

Susan Lorena Castro Bact. M.Sc

Jehison Torres Torres MV M.Sc

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	9
2. Planteamiento del problema.....	11
3. Justificación.....	13
4. Objetivos.....	16
5. Marco teórico.....	17
6. Materiales y métodos.....	30
6.1 Ubicación y descripción del área.....	30
6.2 población encuestada.....	32
6.3 Evaluación microbiológica y susceptibilidad antimicrobiana.....	32
6.4 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos de las muestras o granjas encuestadas.....	33
6.5 análisis estadístico.....	34
6.6 Diseño de material educativo para productores avícolas.....	34
6.7. Consideraciones éticas.....	34
7. Resultados y discusión.....	36
8. Conclusiones.....	49
9. Recomendaciones.....	51
10. Bibliografía.....	53
11. Anexos.....	60

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los antibióticos según su efecto bacteriano.....	17
Tabla 2. Resistencia a antibióticos de aislamientos de <i>Escherichia coli</i> asociadas a sistemas de producción avícola de diferente origen.....	22
Tabla 3. Medicamentos más recomendados por almacenes agropecuarios.....	24
Tabla 4. Rangos terapéuticos para los medicamentos recomendados en sistemas de producción avícolas.....	24
Tabla 5. Recomendaciones en base a las Buenas Prácticas Avícolas (BPAW) con un uso mínimo de antibióticos.....	25
Tabla 6. Normativas de medicamentos para uso veterinario.....	29
Tabla 7. Frecuencia de cepas <i>E. coli</i> resistentes a diferentes antibióticos de uso veterinario en producciones avícolas del Sumapaz	46

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica de los predios avícolas participantes en el estudio.....	32
Figura 2. Muestra total del estudio y participación en porcentaje de los municipios.....	37
Figura 3. Certificación en BPAV de las granjas muestra del estudio.....	38
Figura 4. Nivel de educación del personal encargado de las granjas avícolas.....	38
Figura 5. Frecuencia de visitas a las producciones por parte del zootecnista o veterinario.....	39
Figura 6. Situaciones para el uso de antibióticos en las producciones.....	40
Figura 7. Enfermedades virales que se han presentado el último año.....	41
Figura 8. Presencia de enfermedades bacterianas durante el último año.....	41
Figura 9. Frecuencia de pruebas de laboratorio a los animales.....	42
Figura 10. Se respeta el tiempo de retiro al hacer uso de los antibióticos.....	43
Figura 11. Opciones de los productores avícolas cuando un tratamiento no funciona.....	44

Figura 12. Análisis de correspondencias múltiples para variables de encuestas.....45

Lista de abreviaturas

ACM: Análisis de Correspondencia Múltiple

AMX: Amoxicilina

APC: Antibióticos Promotores de Crecimiento

BPAV: Buenas Prácticas Avícolas

CIR: Ciprofloxacina

ECDC: Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades

EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria

ENR: Enrofloxacin

EU: European Union (Acrónimo en español: Unión Europea)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

FFC: Florfenicol

FOS: Fosfomicina

GEN: Gentamicina

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

LMRS: Límites Máximos de Residuos Sugeridos

OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal

OMS: Organización Mundial de la Salud

PEN: Penicilina

TET: Tetraciclina

TMP: Trimetoprim-sulfa

NOR: Norfloxacina

Resumen

Introducción: El uso de antibióticos en las prácticas avícolas es un tema crítico en la producción y refleja un aspecto esencial para lograr una producción sostenible. Así, la emergencia de cepas antibiótico resistentes podría ser causada por la alta presión selectiva en la fase de producción que incluso podría impactar la salud humana. Objetivo: Evaluar el conocimiento que tienen los productores acerca de la administración de antibióticos en las explotaciones avícolas en los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez. Materiales y métodos: Se diseñó una encuesta semi-estructurada para la evaluación del conocimiento en la administración de antibióticos en productores avícolas del área previamente mencionada. Además, se revisaron los perfiles de susceptibilidad a antibióticos de uso veterinario incluyendo: Fosfomicina, Amoxicilina, Gentamicina, Penicilina, Enrofloxacin, Ciprofloxacina y Trimetoprim-sulfametoxazol de cepas aisladas en el proceso productivo. Resultados: Se encuestaron 100 avicultores en el área de estudio. El 79 % de los encuestados usa antibióticos para el tratamiento de enfermedades. El 52 % de los productores avícolas no obedece los tiempos de retiro y comercializa sus productos en el mercado local. Se encontró que en las granjas certificadas en Buenas Prácticas Avícolas, se realiza monitoreo microbiológico periódico (85 %) y es consistente con la ausencia de enfermedades bacterianas. El patógeno contaminante más frecuente fue *Escherichia coli* y 71 % de los aislamientos presentaron resistencia a Trimetoprim-sulfa. Conclusión: Este estudio muestra el panorama entorno al uso de antimicrobianos en la avicultura de la región y los factores a intervenir para promover una producción animal sostenible y disminuir el impacto en la salud humana.

Palabras Clave: resistencia, patógenos zoonóticos, sensibilidad, inocuidad alimentaria.

Abstract

Introduction: The antibiotic use in poultry production is a critical issue and it represent an essential feature towards the sustainable production. Thus, the emergence of antibiotic resistant strains might rise because of high selective pressure during animal husbandry and eventually can affect human health. Aim: To evaluate the knowledge in use and administration of veterinary antibiotics in small and medium poultry farmers from Fusagasuga, Silvania and Arbeláez (Cundinamarca, Colombia). Material and methods: We designed a semi-structured survey for the evaluation of knowledge in antibiotic stewardship in poultry production from the study area. Moreover, we revised the susceptibility profiles from field isolates against veterinary antibiotics such as Fosfomycin, Amoxicillin, Gentamycin, Penicillin, Enrofloxacin, Ciprofloxacin and Trimethoprim/sulfamethoxazole. Results: We performed 100 surveys in the municipalities. 79 % of contestants used antibiotics for disease treatment. 52 % of poultry farmers do not follow withdrawal times and sale their products at local market. We found that certified farms in good farming practices performed microbiological screening (85 %) and it is consistent with absence of infectious disease. The contaminant pathogen most frequent was *Escherichia coli* and 71 % of isolates showed resistance with Trimethoprim/sulfamethoxazole. Conclusion: This study showed the situation regarding the antimicrobial use in the poultry production from the region and the measurements to improve for promoting sustainable animal production and reduce the impact in human health.

Key words: resistance, zoonotic pathogens, sensitivity, food safety.

1. Introducción

El consumo de carne de pollo y de huevos en Colombia se ha convertido en una muy buena alternativa en cuanto a seguridad alimentaria. Recientemente, se ha registrado un aumento en la producción avícola del 6,7 % que representa 1'235.956 toneladas de pollo y huevo para el primer semestre del 2018 (FENAVI, 2018). Sin embargo, esta producción debe enfrentarse a desafíos cada vez más grandes como la competencia con ciertos productos importados y la emergencia de patógenos que afectan la población avícola (Bohórquez, 2014).

En una producción intensiva, los animales son susceptibles a contraer enfermedades infecciosas que pueden afectar su etapa de producción, por lo cual se recurre al uso de antibióticos. Estas sustancias constituyen insumos esenciales para el mantenimiento de la sanidad y el bienestar animal, así como para garantizar la salud colectiva de los animales, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la producción (Castaño et al., 2008). No obstante, el uso indiscriminado de estos en el sector avícola ha incrementado considerablemente por lo que ha generado la emergencia de bacterias antibiótico multirresistentes, constituyéndose en una de las principales preocupaciones acerca de la inocuidad de los alimentos de origen animal y además de polución ambiental (Arenas & Moreno, 2018). Particularmente, los residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal generan no sólo productos de baja calidad, sino que además constituyen un riesgo para la salud de los consumidores (Mattar et al., 2009; Astáiza *et al*, 2014). La mayoría de los almacenes agropecuarios que venden productos para pollo de engorde, no cuenta con personal capacitado para la formulación o prescripción de medicamentos. El 51 % de estos medicamentos se maneja fuera del rango terapéutico (sobredosis o subdosis). El uso terapéutico más recomendado es para el tratamiento de enfermedades respiratorias y digestivas, y la vía de administración oral es la

más común sin realizar ningún tipo de advertencia ni precaución. La presencia de *Escherichia coli* en aves de consumo durante los años 2006-2011, evidenció una alta resistencia a Fosfomicina sódica, Amoxicilina, Gentamicina, Penicilina, Enrofloxacina, Ciprofloxacina y Trimetoprim sulfa por encima de un 50% de la muestra total basada en 5255 antibiogramas (Martínez-Rocha, 2012).

Los principales objetivos en las grandes explotaciones son lograr Una tasa de natalidad elevada, así como una mayor rapidez en la capacidad de engorde y en el crecimiento de la producción animal. Al mismo tiempo, la mezcla de animales destinados al consumo con diferentes procedencias en lugares reducidos de estas explotaciones, favorece el contacto y la persistencia con agentes parasitarios e infecciosos (Cancho *et al*, 2000). Ante estas dos situaciones, el uso de los antibióticos presenta un doble papel. En primer lugar, éstos pueden utilizarse con fines terapéuticos siendo los alimentos balanceados medicamentosos una de las vías más usadas para administrar el fármaco. En segundo lugar, pueden emplearse como promotores de crecimiento animal favoreciendo el control de la flora bacteriana, lo que conlleva un mayor aprovechamiento de los nutrientes y un aumento considerable de peso. Investigaciones realizadas en los últimos años demuestran la posible relación entre el consumo de antibióticos por animales y la aparición de cepas de bacterias resistentes a antibióticos de uso común, tanto en estos animales como en los consumidores de alimentos procedentes de las primeras (Collignon *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta la problemática mencionada anteriormente, en este estudio se valoraron los conocimientos que tienen los productores avícolas acerca de la administración de antibióticos durante el proceso productivo y se evaluó la susceptibilidad de cepas *E. coli* ante

la exposición de antibióticos de uso veterinario obtenidas en algunas de las explotaciones avícolas en los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez.

2. Planteamiento del problema

En la industria pecuaria, los antibióticos han sido utilizados hasta el día de hoy para incrementar la producción, reducir costos y poder realizar un engorde eficaz con fines terapéuticos y profilácticos (Bengtsson & Greko, 2014).

Estos principales usos han manifestado resultados benéficos, como la mejora en la salud animal y el aumento en los niveles de producción. Sin embargo, el abuso y el uso indebido de antibióticos en la producción animal ha llevado al desarrollo y propagación de la resistencia bacteriana, generando problemas no sólo a nivel de producción animal, sino también hacia la salud humana (Wendlandt et al. 2015). En Colombia, se han realizado estudios acerca del uso de antibióticos en la producción pecuaria que evidencian un problema que es relevante para las instituciones de control oficial (Donado-Godoy et al., 2015a; Zambrano & Guzmán, 2017). Aunque aún no se conocen todas las relaciones existentes, las personas podrían adquirir bacterias resistentes por medio del contacto directo con los animales o sus productos durante la cadena, el consumo de productos de origen animal contaminados con bacterias resistentes, con residuos de antimicrobianos y/o en forma indirecta debido a la contaminación ambiental por dichas sustancias (Arenas & Moreno, 2018).

Es fundamental el conocimiento acerca del uso de antibióticos en la salud animal y las prácticas agrícolas en las pequeñas explotaciones pecuarias, para mejorar la salud y producción (FAO, 2013). El fuerte desarrollo de la resistencia a los antimicrobianos está poniendo en riesgo la disponibilidad de tratamientos efectivos, tanto en humanos como en animales (Wegener, 2003).

Debido a dicha crisis, organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), a desarrollar planes globales para la contención de la resistencia a antimicrobianos (Collignon et al., 2016). Teniendo en cuenta las anteriores apreciaciones y estudios realizados se propuso realizar un diagnóstico base para lo cual se formula la siguiente pregunta:

Pregunta de investigación

¿Cuál es el conocimiento acerca del uso y administración de antibióticos de uso veterinario en las producciones avícolas y sus efectos en la inocuidad alimentaria en los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez del departamento de Cundinamarca?

3. Justificación

Según la Federación Nacional de Avicultores, durante el año 2018 se presentó un crecimiento récord del 4,5% en relación con el 2017 en la industria avícola, aumentando la producción de huevo y carne en 108,500 toneladas más que el año anterior (FENAVI, 2018). Este sector ha venido manteniendo su crecimiento sostenido durante estos últimos cinco años. Teniendo en cuenta su fortalecimiento, se espera poder llegar a cumplir con normas internacionales que permitan la exportación de los productos avícolas para lo cual el ICA controla la calidad y estado sanitario (FENAVI, 2018). La población censada en el país es de 163'829.909 aves distribuida en diferentes tipos de explotación de la especie aviar alojadas en 311.344 predios. Esta población se concentra principalmente en los departamentos de Santander (24,48 %), Cundinamarca (19,36 %), Valle del Cauca (12,22 %), Antioquia (7,57 %) y Quindío (5,91 %), regiones de mayor vocación aviar que albergan el 69,54 % de la población de la especie. Factores como su ubicación, su forma de explotación, manejo y movilización resultan claves para la detección de problemas sanitarios y su distribución, información fundamental para el diseño de las estrategias de prevención y control de enfermedades. Durante el 2017 los municipios de Fusagasugá, Arbeláez y Silvania representaron el 22% de la producción total de aves de engorde y huevo del departamento de Cundinamarca. (ICA, 2017).

La avicultura es una de las industrias más prósperas del país; sin embargo, enfrenta retos y peligros que amenazan su estabilidad y su proyección futura, entre estos, las enfermedades infecciosas son consideradas como las más importantes, ya que generan pérdidas económicas que a menudo son inestimables por el productor, al punto de que hoy en día estas pérdidas se incluyen en los costos “normales” de producción (Jaimes et al, 2010). Dentro de los agentes patógenos que afectan a las aves se encuentran los virus, las bacterias y los hongos, los

cuales actúan solos o en conjunto, generando diferentes cuadros de enfermedad, al igual que diversos tipos de consecuencias económicas en el sistema productivo, en la salud de los consumidores y barreras en la exportación (Donado-Godoy et al., 2015b).

La intensificación de la producción avícola, ha generado una alta densidad poblacional, reducción en el tiempo para el sacrificio del pollo de engorde, estas condiciones de hacinamiento industrializado han generado un mayor uso de antibióticos como profilácticos, terapéuticos y promotores del crecimiento (WHO, 2001). El uso de antibióticos como suplementos regulares para la profilaxis o para la promoción del crecimiento en la alimentación, exponiendo a los animales a dosis sub-terapéuticas y en casos de enfermedad suministrando a todos por igual sin estar presente la enfermedad en la totalidad de los animales (Dupont & Steele, 1987).

El uso indiscriminado y sin ningún control de antibióticos en las aves de consumo humano puede afectar la salud de las personas (Mendelson et al., 2018). Las consecuencias de esa selección incluyen: un aumento del riesgo de que se transmitan bacterias patógenas resistentes a las personas por contacto directo con los animales o a través del consumo de agua o alimentos contaminados y la transferencia de genes resistentes de la flora bacteriana animal a la humana (WHO, 2001; McEwen y FedorkaCray, 2002). En los últimos años se ha reportado un aumento de la resistencia antimicrobiana en patógenos zoonóticos (como *Salmonella*, *Campylobacter* y algunas cepas de *E. coli* como el serotipo 0157: H7) y en bacterias comensales (como Enterococos y *E. coli*), lo cual es motivo de preocupación para la salud humana. Otro riesgo inminente es el potencial de las bacterias comensales presentes en la flora normal para la adquisición de genes de resistencia obtenidos en los alimentos (Afolayan et al., 2018).

A nivel internacional, La OMS en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) formulan estrategias para promover respuestas multisectoriales a los peligros en materia de inocuidad de los alimentos, los riesgos de zoonosis y otras amenazas para la salud pública en la interacción entre seres humanos, animales y el ecosistema y proporcionar orientaciones sobre el modo de reducir estos riesgos (FAO, 2017).

En Colombia, desde el segundo semestre del 2011 se está implementando el programa Colombiano Integrado para la Vigilancia de la Resistencia Antimicrobiana COIPARS en la cadena avícola, información suministrada por parte de los laboratorios del ICA, con el objetivo de monitorear la resistencia antimicrobiana en bacterias zoonóticas e indicadoras provenientes de diferentes orígenes animal, alimentos de origen animal y humanos (Donado-Godoy et al., 2015a).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es fundamental el desarrollo de estudios que contribuyan a entender la emergencia del problema de antibiótico resistencia y enfermedades de control oficial que puedan llegar a afectar la producción, salud animal y humana, aportando al desarrollo económico de este sector productivo en la región del Sumapaz.

4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el conocimiento que tienen los productores acerca de la administración de antibióticos en las explotaciones avícolas en los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez.

Objetivos específicos

Identificar los posibles agentes etiológicos causantes de infección en producciones avícolas de los municipios de Fusagasugá, Silvania y Arbeláez.

Analizar los efectos del uso de los antibióticos en las producciones avícolas de los municipios incluidos en el presente estudio.

Diseñar un material educativo para la capacitación con respecto al uso adecuado de la administración de antibióticos para los productores avícolas de la región de Sumapaz.

5. Marco teórico

Los antibióticos son sustancias químicas que se producen por bacterias, hongos, actinomicetos o han sido sintetizados por métodos de laboratorio, su función consiste en disminuir el crecimiento de otros microorganismos y en algunas ocasiones pueden llegar a destruirlos. Estos compuestos difieren en sus propiedades físicas, químicas y farmacológicas, así como en su mecanismo de acción y espectro antimicrobiano (FAO, 2013). Las clasificaciones que más se utilizan son las que se basan en la acción del antibiótico sobre la bacteria, que son las que los clasifican y las que los agrupan según su estructura química. Según el efecto que ejerzan sobre la bacteria pueden ser bacteriostáticos que son: aquéllos que inhiben la multiplicación bacteriana, la cual se reanuda una vez que se suspende el tratamiento. Como segunda opción pueden ser bactericidas o aquellos que poseen la propiedad de destruir la bacteria, su acción es irreversible (Tabla 1). No obstante, un antibiótico bacteriostático a altas concentraciones podría actuar como bactericida.

Bactericidas	Bacteriostáticos
Penicilinas	Tetraciclinas
Cefalosporinas	Macrólidos
Aminoglucósidos	Sulfonamidas
Rifampicina	Aminocumarinas
Quinolonas	Fenicoles
β -Lactámicos	Lincomicina
Polimixinas	Estreptograminas
Lincomicina	Telitromicina
	Oxazolidinonas

Tabla 1. Clasificación de los antibióticos según su efecto bacteriano (Seija & Vignoli, 2006).

Los antibióticos hacen parte del grupo de agentes farmacológicos que usualmente son mal administrados, tanto a nivel médico como veterinario en dosis y tiempo de administración. Así,

el uso indiscriminado de estos productos puede generar complicaciones tales como reacciones alérgicas, retrasos en la identificación del germen causal y la emergencia de patógenos antibiótico-resistentes, que es una de las complicaciones con mayor relevancia y a su vez, crea mayor necesidad de nuevas drogas.

Dentro del amplio grupo de compuestos que forman parte de la composición de un alimento balanceado animal se incluyen los antibióticos que pueden actuar ya sea con fines terapéuticos o profilácticos. Se incorporan en forma de premezclas medicamentosas en formas sólidas o líquidas a concentraciones elevadas, o como promotores de crecimiento en forma de aditivo a concentraciones sub-terapéuticas, favoreciendo el control de la flora bacteriana del animal y de esta forma este tenga un mejor aprovechamiento de los nutrientes y un aumento considerable de peso (Grande et al. 2000).

Los alimentos procedentes de animales tratados terapéuticamente con agentes antimicrobianos pueden contener trazas de éstos que se incorporan al organismo humano a través de la cadena alimentaria, fomentando igualmente la aparición de microorganismos resistentes en el hombre. Por otro lado, el consumo continuado de antibióticos promotores de crecimiento, fomenta la aparición en los animales de cepas de microorganismos resistentes que, por diferentes vías de transmisión, especialmente a través de la cadena alimenticia, pueden llegar al ser humano (Wegener, 2003).

En los últimos años el uso de antibióticos utilizados como promotores de crecimiento animal, se ha criticado bastante debido a que estos agentes podrían ser los causantes del incremento de la resistencia a los medicamentos antimicrobianos que se administran en la medicina humana. Debido a la explotación intensiva de animales aplicando antibióticos, se promueve la aparición

de cepas resistentes y los alimentos que proceden de estos pueden eventualmente contener trazas que se incorporan al organismo.

Tipos de resistencia antimicrobiana

Resistencia natural: Su aparición es antes del suministro del antibiótico, sus mecanismos de resistencia son genéticos, por lo cual no están relacionados con el uso inadecuado del antibiótico. Es decir, que todas las bacterias que sean pertenecientes a algunas familias son resistentes intrínsecamente por sus barreras naturales y pueden sobrevivir en caso de que se emplee cierto antibiótico. Por ejemplo, *Pseudomonas aeruginosa* presenta resistencia intrínseca a antibióticos de uso clínico como los β -lactámicos (excepto imipenem), fluoroquinolonas, tetraciclinas, macrólidos, cloranfenicol, novobiocina y trimetoprim debido a la acción de la bomba de eflujo MexAB-OprM (Tafur et al., 2011).

Resistencia adquirida: Las bacterias se vuelven resistentes a los antibióticos por cambios en el ADN o mediante la adquisición de información genética de otras bacterias. Este evento promueve que dichas bacterias adquieran resistencia a uno o más antibióticos sin necesidad de haber estado en contacto con estos.

Mutaciones: esta resistencia se desarrolla por una mutación en el genoma de la bacteria y específicamente en el gen que codifica para el blanco del antibiótico (Poehlsgaard & Douthwaite, 2005). Se puede transmitir de forma vertical de generación en generación, lo que permite que las cepas nuevas sobrevivan y crezcan. Usualmente, aparecen como producto de la presión selectiva ejercida por los antibióticos a nivel individual y colectivo dependiendo de la farmacocinética y farmacodinámica de la respectiva droga.

Patógenos frecuentes en sistemas de producción avícola

Escherichia coli:

Es un bacilo gramnegativo, es el principal organismo anaerobio facultativo que se encuentra en el tracto digestivo de animales y humanos. La *colibacilosis* es una de las enfermedades infecciosas más comunes en las aves producida por la *E. coli*, causando morbilidad e incluso mortalidad hasta de un 20%. Algunos de los factores de riesgo de esta enfermedad son el hacinamiento y la higiene de las granjas, como también la raza y el estado inmune de las aves (Osorio et al., 2010). La fuente de infección más común es de transmisión por vía oro-fecal, con el consumo de alimentos contaminados, incluyendo los de origen animal (Acevedo et al. 2015).

***E. coli* resistente a antimicrobianos**

En las aves de corral se ha evidenciado un alto grado de resistencia antibiótica, ya que todos los antibióticos estudiados presentaron una resistencia por encima del 40%. En total se ha encontrado una alta frecuencia de aislamientos multiresistentes y *E. coli* fue la bacteria de mayor presencia al momento de realizar los aislamientos (Donado-Godoy et al., 2012).

Salmonella spp

Es un género bacteriano perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae* constituido por bacilos gramnegativos. En aves las infecciones por *Salmonella* spp. son causadas por especies de salmonellas móviles que ocasionan las enfermedades paratifoideas y están las salmonellas inmóviles que ocasionan la tifoidea aviar como la pullorosis. En Colombia esta enfermedad es de control oficial. (DNP, 2007). La salmonelosis aviar es altamente contagiosa y provoca pérdidas económicas por una disminución en la producción e incubación del huevo, y

presenta una mortalidad del 4 al 50%. Se puede transmitir horizontalmente por medio de las heces, el agua, los insectos; también por contacto con otros animales y el personal contaminado con la bacteria. La transmisión a las personas se da generalmente por consumo de alimentos de origen animal preparados inapropiadamente como los huevos y la carne o por contacto directo con animales contaminados. Los estudios demuestran que la administración de antimicrobianos a los animales causa resistencia y así reduce la eficacia de los tratamientos disponibles, desarrollando infecciones de difícil tratamiento (Donado-Godoy et al., 2015c).

***Salmonella* resistente a antimicrobianos**

En Cundinamarca y Santander se analizaron muestras fecales en galpones de 70 granjas de pollos de engorde, la *Salmonella* fue aislada de 27 granjas con una prevalencia positiva del 65% en los 315 galpones muestreados. La *S. paratyphi* fue el serovar de mayor seroprevalencia (76,4%). De igual manera se realizó un análisis de carne y pollo de supermercados en Bogotá, donde se encontró una alta prevalencia de resistencia antimicrobiana (Donado-Godoy 2012). Igualmente, se he encontrado una prevalencia de *Salmonella* del 29.2 % en pechugas de pollo que son comercializadas en supermercados y tiendas de barrio en 4 localidades de Bogotá (Castañeda-Salazar et al., 2018). Debido a esta situación, se hace necesario evaluar las condiciones de producción de las granjas avícolas desde el componente de bioseguridad e inocuidad que se asocia a la proliferación de patógenos en la cadena productiva.

Descripción de estudios sobre resistencia a antibióticos en aves

El patógeno contaminante más común en producciones avícolas es *E. coli* y puede presentar resistencia extendida a diferentes antibióticos (Tabla 2).

Descripción del estudio	Patógeno	Resistencia a antibióticos	Referencia
Resistencia a diferentes antibióticos de microorganismos aislados de animales de granja (China)	<i>E. coli</i>	Ácido nalidíxico (100%), Tetraciclina (98%), Trimetropin-sulfa (84%), Ampicilina (79%), Estreptomina (77%), Trimetropin-sulfa (76%), Levofloxacina (64%), Ciprofloxacina (79%), y Difloxacina (95%).	Yang, et al., 2004
Bacterias patógenas con alta resistencia a antibióticos: estudio sobre reservorios bacterianos en animales cautivos en el zoológico de Barranquilla (Colombia).	<i>E. coli</i>	Trimetoprim sulfa (19%), Ciprofloxacina (3,2%), Gentamicina (0%).	Vargas et al., 2010
Resistencia a los antibióticos de <i>Escherichia coli</i> fecal en aves de corral, aves de corral granjeros y mataderos avícolas (Países Bajos)	<i>E. coli</i>	Pollos de engorde: Amoxicilina (24%), Ciprofloxacina (0%), Trimetoprim-sulfa (20%). Gallinas ponedoras: Amoxicilina (4%), Ciprofloxacina (0), Trimetoprim sulfa (12%).	Van den bogaard et al., 2001
Resistencia a los antibióticos de <i>Escherichia coli</i> aislada de aves de corral y ambiente avícola de Bangladesh	<i>E. coli</i>	Ciprofloxacina (82%), Gentamicina (0%), Penicilina (88%).	Akond et al., 2009
Prevalencia de resistencia bacteriana a quinolonas y otros antimicrobianos entre cepas de <i>Escherichia coli</i> aviar aisladas de pollos septicémicos y saludables en España.	<i>E. coli</i>	Pollos septicémicos: Ciprofloxacina (17%), Gentamicina (14%), Amoxicilina (0,7%), Trimetoprim-sulfa (63%). Pollos saludables: Ciprofloxacina (7%), Gentamicina (8%), Amoxicilina (2%), Trimetoprim-sulfa (76%).	Blanco et al., 1997

Tabla 2. Resistencia a antibióticos de aislamientos de *Escherichia coli* asociadas a sistemas de producción avícola de diferente origen.

Antibióticos de uso en la producción avícola

Existen diversos antibióticos utilizados en la producción avícola como los antibióticos dosis dependiente que son los que alcanzan un aumento de la destrucción bacteriana con niveles crecientes del medicamento. En este se encuentran agrupados principalmente los aminoglucósidos o quinolonas, y algunos macrólidos como la tilmicosina. La mejor respuesta bactericida se obtiene cuando la concentración es al menos 10 veces superior a La Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) del patógeno responsable en el lugar de la infección. Por otro lado están los antibióticos tiempo dependiente que presentan su máximo efecto bactericida cuando las concentraciones del medicamento se mantienen por encima de la CIM. En este grupo se encuentran principalmente β -lactámicos, y en menor grado glucopéptidos, el intervalo de tiempo en el que las concentraciones plasmáticas superan la CIM (según modelos animales al menos el 50% del tiempo entre dosis) asegura el máximo grado de erradicación bacteriana. Por ello, lo que se recomienda la utilización de intervalos de administración cortos e incluso la administración continua, y por último, están los antibióticos bacteriostáticos con efecto prolongados, en este grupo están algunas tetraciclinas (Vásquez, 2011).

El antibiótico más recomendado por los almacenes agropecuarios es la enrofloxacin con un 30,58 %. El grupo farmacológico más recomendado por los centros agropecuarios son los antibióticos (quinolonas y macrólidos) seguido del grupo de las vacunas (Martínez et al., 2014).

Grupo		%	Principio activo	%	% total
Antibióticos	Quinolonas	39.98	Enrofloxacina	30.58	52.94
			Norfloxacina	5.88	
			Norfloxacina	3.52	
	Macrólidos	8.23	Tilosina	5.88	
			Timilcosina	2.35	
	Fenicoles	2.35	Florfenicol	2.35	
	Tetraciclinas	1.17	Oxitetraciclina	1.17	
	Sulfas	1.17	Sulfabenzamida	1.17	

Tabla 3. Medicamentos más recomendados por almacenes agropecuarios (Martínez et al., 2014)

El uso terapéutico más recomendado para los antibióticos es para el tratamiento de enfermedades respiratorias y digestivas. De este modo, para cumplir el anterior propósito se debe aplicar de acuerdo a rangos permitidos para evitar una sobreexposición o concentración sub-inhibitoria del medicamento (Tabla 4).

Antibiótico	Dosis (mg/kg)	Dosis pollito 41-270 g (mg)	Dosis adulto 1119-3100 g (mg)
Enrofloxacina	10-20	0.41-5.4	11.19-62
Norfloxacina	15-20	0.61-5.4	16.78-62
Ciprofloxacina	10	0.41-2.7	11.19-31
Tilosina	75	3.07-20.0	83-232
Timilcosina	15-20	0.61-5.4	16.78-62
Oxitetraciclina	40	1.64-10.8	44.76-124
Clortetraciclina	100	4.1-27.0	111.9-310
Florfenicol	15-30	0.61-8.1	16.78-93
Fosfomicina	40	1.64-10.8	44.76-124

Tabla 4. Rangos terapéuticos para los medicamentos recomendados en sistemas de producción avícolas (Martínez et al., 2014).

La implementación de Buenas Practicas Avícolas (BPAV) buscan evitar la proliferación de patógenos y por ende evitar el uso de antimicrobianos innecesarios en la producción. Algunas de las principales recomendaciones se describen en la tabla 5.

Limpieza y desinfección de bebederos	Monitorear cuidadosamente la calidad del agua. Mantener los niveles de TVC < 10 UFC/mL y los de <i>E. coli</i> , enterobacterias, levaduras y hongos, indetectables.
Limpieza y desinfección de camas	En un galpón con uso mínimo de antibióticos debe utilizarse solamente material de cama que haya sido evaluado o que esté certificado con niveles de TVC inferior a 10 UFC/g. Si es posible, no utilizar galpones con pisos de tierra ya que son difíciles de limpiar y desinfectar.
Crianza y levante	El crecimiento óptimo del pollo durante los primeros 10 días de vida es fundamental para el desarrollo del tracto gastrointestinal y prepara a las aves para que tengan una buena salud. Seguir las recomendaciones sobre espacio de comederos y bebederos, intensidad de luz y temperatura para que las aves permanezcan calmadas y libres de situaciones que puedan impactar su confort, salud y bienestar. La presión innecesaria en las aves puede causar desafíos intestinales que pueden ser más difíciles de corregir en las situaciones de producción en las que el uso de antibióticos es mínimo.
Recolección de huevos	No utilizar huevos de piso, ni de segunda categoría en la incubadora. Los huevos de piso pueden estar contaminados con bacterias dañinas que pueden llegar hasta la incubadora. Al reducir la cantidad de huevos de piso, se garantiza que solamente se lleven huevos limpios a la incubadora, reduciendo la contaminación y ayudando a evitar los pollos de mala calidad que pueden llegar a requerir tratamientos con antibióticos.
Dietas a base de plantas	Una de las características fundamentales de las dietas para aves con el uso mínimo de antibióticos es el cambio de ingredientes de origen animal (sub-productos animales) a una nutrición 100% de origen vegetal. Debido a que la inclusión de ingredientes de origen animal incrementa la posibilidad de contaminación por <i>Salmonella</i> y Enteritis Necrótica, lo cual requiere el uso de antibióticos.

Aditivos alimentarios	Existen algunos aditivos alimentarios que pueden ser beneficiosos cuando se busca minimizar el uso de antibióticos. Suministrar prebióticos, probióticos, aceites esenciales, ácidos orgánicos y fibra insoluble promueve la producción como parte de un programa estratégico para la salud intestinal.
-----------------------	---

Tabla 5. Recomendaciones en base a las Buenas Prácticas Avícolas (BPAV) con un uso mínimo de antibióticos (Neeteson-van Nieuwenhoven et al., 2013).

El uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la avicultura

Al usar antibióticos para las producciones animales, donde se respeten las dosis de uso y tiempo de retiro al momento del sacrificio de los animales y su comercialización en canal, resulta rentable. En la práctica normalmente se presenta lo contrario debido al uso inadecuado de los antibióticos generando reacciones alérgicas, resistencia bacteriana, alteración de la flora bacteriana intestinal y problemas de comercialización debido al incumplimiento en las normas establecidas en distintos países (Guzmán et al., 2012). Los antibióticos promotores de crecimiento actúan sobre la población bacteriana que esté presente en los animales, ya sea maligna o benigna no tiene forma de discriminar. El impacto se genera sobre la población bacteriana en general y provoca una mayor asimilación de los alimentos mejorando índices zootécnicos y sanitarios. Los antibióticos promotores del crecimiento pueden dar mejoras en la ganancia diaria de peso y en el índice de conversión de alimentos en un orden de 3-5% en pollos de engorde. Además de los beneficios económicos, en la producción animal se reportan mayor uniformidad de crecimiento, estabilización de la flora intestinal en los animales y mantenimiento de la salud en casos de estrés medioambiental en un grado que se puede decir que estos antimicrobianos promotores de crecimiento actúan profilácticamente, es decir reducen la morbilidad (Moreno-Bondi et al., 2009).

Los antibióticos se componen en un amplio espectro de composiciones químicas, una diversidad que no es sencilla de caracterizar. En tal sentido, los métodos de análisis cromatográfico ofrecen una respuesta rápida, de alta sensibilidad y una separación eficiente de todos los análogos de una familia o grupo de antibióticos, lo cual permite que cada especie interaccione de manera particular con la fase móvil y estacionaria del sistema cromatográfico (Izquierdo et al., 2010).

La avicultura a nivel mundial ocupa actualmente una importante participación y una estructura tecnológicamente fortificada. En tal sentido y tomando en cuenta los retos propios de los sistemas de producción, los antibióticos se han utilizado frecuentemente con fines terapéuticos, profilácticos y/o como promotores del crecimiento. Al margen de su reconocida utilidad, los antibióticos pueden o podrían ser utilizados de manera inapropiada, tanto en el ámbito médico humano como veterinario, siendo administrados en muchas ocasiones de forma irracional y en dosis inapropiadas, lo que conlleva a un conjunto de complicaciones en los humanos, lo cual a su vez crea la necesidad cada vez mayor de producir y usar nuevas drogas tomado de (Acevedo et al., 2015).

Toda esta problemática, sumada a la necesidad de preservar la salud pública, conllevó a las autoridades sanitarias a establecer Límites Máximos de Residuos Sugeridos (LMRS) en los diferentes tejidos y especies de animales comestibles, cuyo estándar pretende establecer niveles de tolerancia mínimos para la seguridad alimentaria. En este sentido y para garantizar tales límites para un antibiótico de uso frecuente en la industria avícola, el propio fabricante recomienda no destinar las aves para consumo humano antes de siete días de finalizado el tratamiento. Sin embargo, para efectos de pretender garantizar la producción, tales tiempos con frecuencia no son respetados (Molero-Saras et al., 2006). Referente a esta normatividad el

Codex Alimentarius en su Comisión de Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los Alimentos actualizado en la 35ª Sesión de la comisión del Codex Alimentarius Commission de Julio de 2012 estipuló los límites permisibles para antibióticos usados en alimentos, entre estos el pollo, lo cual sirve de base para algunos países que aún no poseen sus propios reglamentos acordes a su realidad, tal como sucede en Colombia (Tabla 6). La prohibición de Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) en la Unión Europea (EU) es ya inmediata (Cepero, 2006). Esta decisión, de potenciales repercusiones internacionales, supondrá importantes esfuerzos de adaptación y costes adicionales para la ganadería europea, aunque de distinta magnitud según el sector considerado. Los motivos que la han justificado y sus posibles efectos sobre la productividad y la salud animal y humana siguen siendo controvertidos socialmente y desde un punto de vista científico. Lo que no ofrece dudas es el rechazo de muchos consumidores europeos a esta práctica zootécnica y la voluntad política de mantener dicha prohibición. Por tanto, el sector avícola ha aceptado con resignación esta situación, a la vez que se ha ido preparando progresivamente para afrontarla, usando diferentes alternativas que ayuden a la salud de los animales y favorezca el estado sanitario de las producciones, lineamientos que servirían de guía para Colombia en un futuro para cumplir índices de calidad para el consumo interno y llegar en un tiempo a este tipo de mercados.

Normatividad	Reseña
Resolución 1382 del 2 de mayo 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social	Por la cual se establecen los límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal, destinados al consumo humano.
Resolución 1023 de 1997 del	Se deben llevar registros del movimiento de medicamentos, particularmente aquellos que tienen una formulación restringida (hormonas, antibióticos, tranquilizantes y demás fármacos con actividad

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	sobre el sistema nervioso central, relajantes musculares y algunos antiparasitarios y plaguicidas pecuarios o agrícolas, empleados en las explotaciones pecuarias.
Resolución No. 1966 del 5 de septiembre de 1984 del ICA	Reglamenta el uso de antibióticos como sustancias promotoras del crecimiento o mejoradores de la eficacia alimentaria.
Decreto 3518 de octubre 9 de 2006 del Ministerio de Salud y Protección Social	Se crea y reglamenta el sistema de vigilancia en salud pública (SIVIGILA).
Resolución 3585 de 23 de octubre del ICA	Aseguramiento de la inocuidad en la producción primaria. Restricción al uso de antibióticos como promotores de crecimiento, cuando tales sustancias se empleen como agentes terapéuticos en medicina humana o medicina veterinaria.
Resolución 3714 de 20 de octubre de 2015 del ICA	Se establecen las enfermedades de declaración obligatoria en Colombia.
Resolución 1183 de 2010 del ICA	Por medio de la cual se establecen las condiciones de bioseguridad que deben cumplir las granjas avícolas comerciales en el país para su certificación.
Resolución 2896 de octubre 10 de 2005 del ICA	En cuanto al almacenamiento de alimentos para los animales y otros insumos como medicamentos veterinarios, suplementos, etc., debe llevarse un control de primeras entradas y primeras salidas, con el fin de garantizar la rotación de los productos. Es importante que la empresa dé salida periódicamente a productos y materiales inútiles, obsoletos o fuera de especificaciones, para facilitar la limpieza de las instalaciones y eliminar posibles focos de contaminación.
Codex Alimentarius Colombia	Las normas del Codex abarcan los principales alimentos, sean éstos elaborados, semielaborados o crudos.

Tabla 6. Normativas de medicamentos para uso veterinario (Arenas & Moreno, 2018).

6. Materiales y métodos

6.1. Ubicación y descripción del área

Se planteó un estudio descriptivo-observacional de tipo demográfico y epidemiológico. La investigación se desarrolló en los municipios de Fusagasugá, Arbeláez y Silvania que pertenecen a la provincia de Sumapaz del departamento de Cundinamarca (Figura 1).

Fusagasugá

Se considera la capital de la provincia de Sumapaz, se localiza al suroccidente del departamento de Cundinamarca. El territorio se encuentra entre los 550 y los 3.050 m.s.n.m., con una altura promedio de 1.728 m. De acuerdo con el censo realizado por el ICA en el año 2017, para las aves de engorde la capacidad instalada fue de 3'090.000 aves y la capacidad ocupada de 2'050.000 animales en 115 predios. Para aves de levante la capacidad instalada fue de 235.000 y la capacidad ocupada de 203.000, en 12 predios. Para aves de postura la capacidad instalada fue de 2'500.000 y la capacidad ocupada fue de 2'000.000, en 117 predios, siendo la capacidad ocupada total de aves de engorde, de levante y postura de 4'253.000 en 249 predios (ICA, 2017).

Arbeláez

Se encuentra localizado en el suroeste del departamento de Cundinamarca a 82 Km de distancia de Bogotá, a una altitud media de 1.417 msnm; posee una temperatura media de 20 °C. En el plan de desarrollo 2016-2019 una de las líneas que se fortalecerá para lograr un desarrollo armónico sostenible y estable para los habitantes del municipio de Arbeláez será el relacionado con los ámbitos agropecuarios, comerciales, industriales, pecuarios y de servicios,

entre otros, esto con el propósito de hacer de este territorio municipal un ente competitivo en todos los aspectos y de mejorar la economía de los pequeños y medianos productores agropecuarios, generando más empleo formal, menor pobreza y mayor prosperidad para toda la población (Concejo municipal Arbeláez, 2016). En el censo para el año 2017 reporta que para las aves de engorde la capacidad instalada fue de 1`535.900 aves y la capacidad ocupada de 1`450.00 animales en 55 predios. Para aves de postura la capacidad instalada fue de 12.151 y la capacidad ocupada fue de 9.300 en 20 predios, siendo la capacidad ocupada total de aves de engorde y postura de 1`519.300 en 77 predios (ICA, 2017).

Silvania

Tiene una extensión total de 162.9328 Km² comprendida en área urbana de 7.4832 Km² y área rural de 155.496 Km². Tiene una altitud de la cabecera municipal de 1.470 m.s.n.m. y una temperatura media de 20 °C. En cuanto a los sistemas de producción agropecuaria el municipio no cuenta con asistencia técnica agropecuaria y hay ausencia de incentivos de proyectos agropecuarios. Se plantea como objetivo, fortalecer el agro dada la primacía del sector agropecuario en la vida económica municipal, con el fin de generar mayor productividad en el campo y garantizar la inversión en el sector. En el año 2015, se ejecutaron proyectos productivos liderados por la UMATA en cofinanciación con la Secretaría Agricultura y Desarrollo Rural, la Secretaría del Ambiente, el INCODER, la CAR, la Unidad Especial del Servicio Público de Empleo, VECOL y el Fondo de Regalías. Los proyectos se desarrollaron en recuperación de cuencas hídricas, producción avícola, porcícola y hortícola. (Concejo municipal, 2016). En cuanto a la producción avícola en Silvania, se cuenta con una capacidad instalada fue de 1.374.000 para aves de engorde con una capacidad ocupada de 1`133.000 animales en 63 predios. Para aves de postura, la capacidad instalada fue de 167.000 aves y la capacidad

ocupada fue de 125.000 animales en 7 predios. La capacidad total ocupada tanto de aves de engorde como de postura fue de 1`258.000 aves en 70 predios (ICA, 2017).



Figura 1. Localización geográfica de los predios avícolas participantes en el estudio.

6.2. Población encuestada

Se realizaron cien encuestas a productores avícolas los cuales fueron tomados totalmente al azar en los municipios de Fusagasugá, Sylvania y Arbeláez, como criterios de inclusión se tomaron productores dedicados a la producción de huevo y pollo los cuales abastecen la distribución de sus productos a diferentes zonas del país localizados en el área de estudio (Figura 1).

6.3. Evaluación microbiológica y susceptibilidad antimicrobiana

De las granjas encuestadas, se recolectaron resultados de laboratorio de antibiogramas vigentes para evaluar la presencia de patógenos y su respectiva susceptibilidad a antibióticos. Los análisis se realizaron en el laboratorio especializado SERVET S.A.S. Se recopiló

información de 14 muestras, obtenidas de 7 granjas avícolas en tipo de producción (huevo), sexo (hembras) y cuyas muestras fueron tomadas principalmente de tráquea. Dichas muestras fueron recolectadas en el municipio de Fusagasugá. Los antibiogramas se realizaron por el método de difusión de disco con una concentración de bacterias Gram negativas aisladas de las muestras tomadas en las granjas, de 0,5 en la escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ UFC/mL) y, luego, se colocaron sensidiscos (Oxoid, Cambridge, UK). Los antibióticos usados fueron: Gentamicina (10 μ g), Ciprofloxacina (5 μ g), Trimetoprim-sulfa (25 μ g), Fosfomicina sódica, Enrofloxacin (5 μ g), Amoxicilina (10 μ g) y Penicilina (10 μ g). Las placas de agar Mueller Hinton (Oxoid®, Cambridge, UK) se incubaron por 24 horas a 37°C; luego se interpretaron los halos de inhibición y se informaron como “sensible”, “Moderadamente sensible” o “resistente”. Se realizó un estudio descriptivo sobre los patógenos presentes en las muestras tomando variables como los perfiles de sensibilidad, sensibilidad intermedia y resistencia de los microorganismos a diferentes antibióticos.

6.4. Técnicas o instrumentos para la recolección de datos de las muestras o granjas encuestadas

Se realizó una encuesta que constaba de 24 preguntas con énfasis en la administración de antibióticos de acuerdo a un estudio previo en sistemas avícolas. Posteriormente se realizó una base de datos en Excel, y por medio del programa R studio (<https://www.rstudio.com/>) que es una interfaz que cuenta con unas herramientas que permite realizar el análisis estadístico. Se implementó una encuesta donde se tuvo en cuenta aspectos como el conocimiento en general que tiene el productor acerca del uso de antibióticos, que tipos de brotes infecciosos se han registrado en la producción, como es el uso de los antibióticos en caso de haber sido suministrados, con qué fin se usan, como promotores de crecimiento o para profilaxis, el nivel

de escolaridad de los operarios y las personas encargadas de la producción, el manejo sanitario y ambiental de la producción, realización de pruebas de laboratorio al momento de presentar alguna patología, características de la producción que maneja y las principales causas que lo llevan a utilizar antibióticos, entre otros (Anexo 1).

6.5. Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva a los datos recolectados en las encuestas, la mayoría de los datos eran cualitativos y de diagnóstico, no es necesario realizar pruebas estadísticas para comparar medias. Se realizó un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) para explorar relaciones dentro de y entre dos o más variables categóricas (Sourial et al., 2010). Las observaciones multivariadas se grafican en planos para así poder identificar las asociaciones de mayor peso entre las modalidades de varias variables cualitativas. (Greenacre, 1984).

6.6. Diseño de material educativo para productores avícolas

Se diseñó un folleto en forma de infografía que se entregó a los productores avícolas que participaron en la investigación, junto con una capacitación en cuanto al uso de antibióticos (Anexo 2).

6.7. Consideraciones éticas

El presente estudio no requiere aval por comité de bioética porque no implicaba la experimentación, ni manipulación de animales. Las pruebas de laboratorio realizadas correspondieron a registros de monitoreo epidemiológico en caso de brote de enfermedades en la producción realizadas por los propios avicultores. Al momento de responder la encuesta a los productores se garantizó que toda la información concerniente a su evaluación y tratamiento, sería confidencial y no será divulgada, ni entregada a ninguna otra institución o individuo sin su

consentimiento expreso, excepto cuando la orden de entrega sea emitida por una autoridad judicial competente. Por lo tanto, se asumieron las disposiciones para la protección de datos personales (Ley estatutaria 1581 de 2012 del Congreso de la República de Colombia).

7. Resultados y discusión

Los antibióticos constituyen una herramienta esencial para el mantenimiento de la sanidad y el bienestar animal, así como para garantizar la salud pública, la seguridad alimentaria y el medio ambiente. Países donde las políticas de uso de antibióticos y el tiempo de retiro en animales antes del sacrificio son de obligatorio cumplimiento presentan menor resistencia a antibióticos, mejorando la eficacia a la hora de ser usados en humanos (Mathew et al., 2007, Chattopadhyay, 2014).

La prevalencia de microorganismos resistentes en animales destinados al consumo humano tiene graves consecuencias, tanto para la salud humana como animal ya que estas infecciones pueden ser de difícil manejo e incluso no responder al manejo antimicrobiano afectando la morbilidad y mortalidad de ambas poblaciones (Arenas et al., 2017).

El ICA, la OMS, OIE y la FAO realizaron la semana mundial de sensibilización sobre antimicrobianos en 2017. Esta actividad tenía como fin, crear conciencia sobre la importancia de la resistencia a los antimicrobianos generada por el mal uso de los mismos, orientado a promover prácticas que ayuden a mitigar la aparición y propagación de bacterias, resistentes en la salud humana y animal. (ICA, 2017).

Evaluación del conocimiento en la administración de antibióticos por avicultores

Se aplicaron 100 encuestas a productores avícolas en los municipios de Arbeláez, Fusagasugá y Silvania, para evaluar el conocimiento de estos acerca del uso de antibióticos y actividades que puedan estar relacionadas a factores que afecten o generen alguna infección en las aves que fueron evaluadas, Teniendo en cuenta que la población encuestada estuviera directamente involucrada con el manejo y cuidado de los animales en producción. De las encuestas

realizadas en estos municipios, Fusagasugá tuvo el porcentaje más significativo con un 42% de la muestra, seguido por Silvania con un 30% y Arbeláez con un 28% (Figura 2).

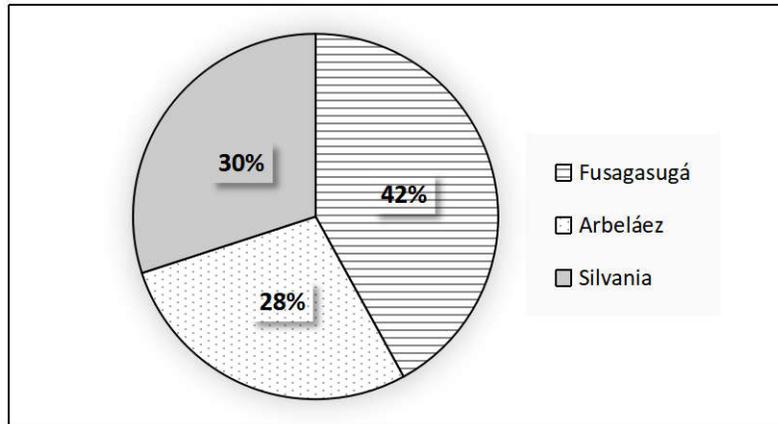


Figura 2. Muestra total del estudio y porcentaje de los municipios participantes.

Granjas certificadas en buenas prácticas avícolas

Se encontró que el 89% de las granjas avícolas donde se hicieron las encuestas están certificadas en Buenas Prácticas Avícolas (BPAV), cumplen con los requerimientos que exige el ICA en las visitas técnicas, en cuanto a bioseguridad e infraestructura, esto puede explicar la baja presencia de enfermedades en estas granjas (Quiroga & Vargas, 2012) mientras el residual no está certificado en estas, ya que no cuentan con el área sucia y limpia en zonas separadas, algunas no han renovado dicha certificación (Figura 3). Componentes como la bioseguridad y la inocuidad son importantes para el consumidor y eventualmente pueden generar un valor agregado al producto final (Yeung & Morris, 2001).

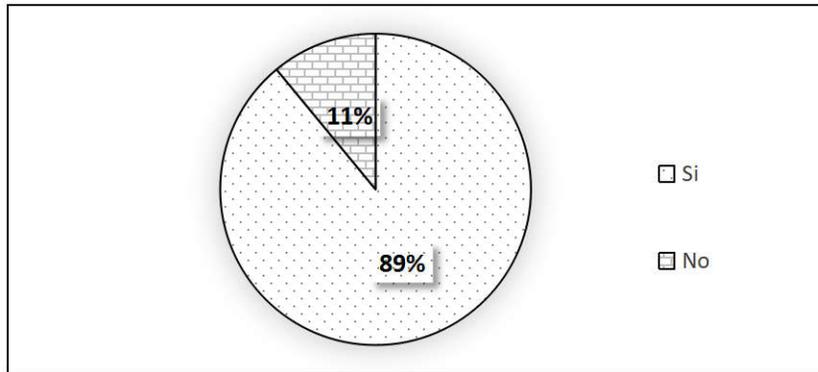


Figura 3. Certificación en Buenas Prácticas Avícolas (BPAV) de las granjas muestra del estudio.

Nivel académico del personal encargado de las granjas

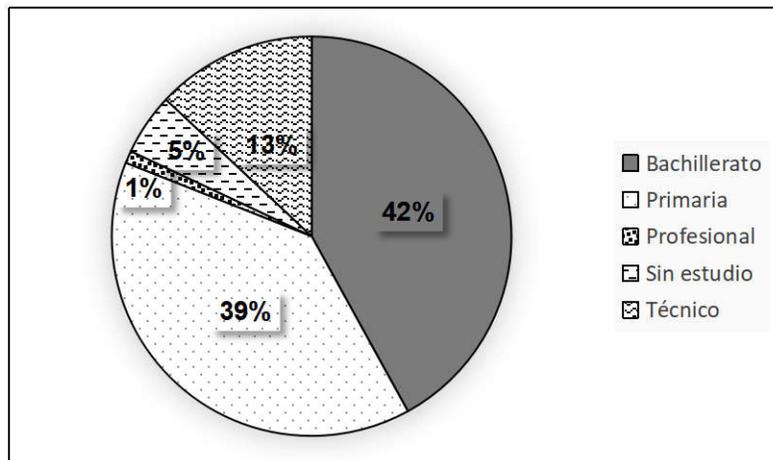


Figura 4. Nivel de educación del personal encargado de las granjas avícolas.

Se determinó que el 42% de los encuestados posee un nivel de formación de educación de bachillerato, siendo la mayor participación, seguido con un 39% de la muestra con primaria, 13% nivel técnico, 5% sin ningún estudio y 1% profesional (Figura 4). Esto sugiere que las granjas en su mayoría están a cargo de personas que adquirieron sus conocimientos de forma empírica. Así, un bajo nivel cultural de las personas encargadas del manejo de los animales podría influir en el manejo adecuado de medicamentos que puedan ser utilizados en las

explotaciones, ya que no tienen un criterio claro para ejercer tal función (Ramírez, 2009). Se ha determinado un bajo grado de escolaridad en productores ganaderos de la región de Sumapaz y que podría ser una barrera para la tecnificación de la producción (Bermúdez et al., 2017).

Frecuencia de visitas a las producciones por parte del zootecnista o veterinario

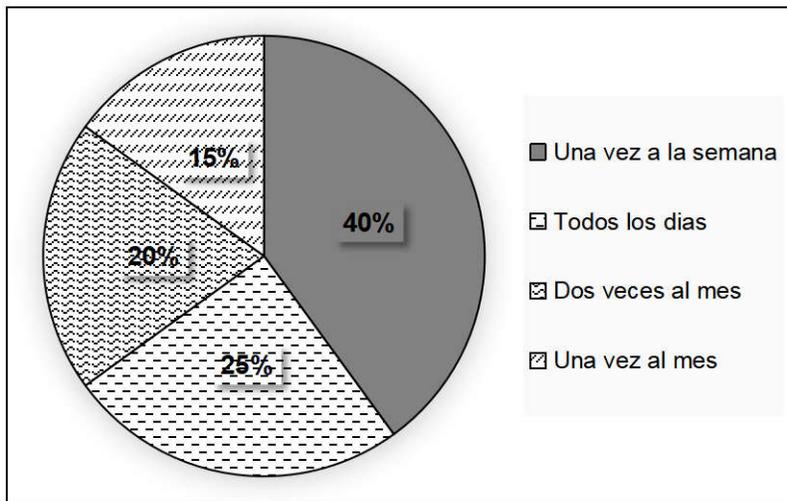


Figura 5. Frecuencia de visitas a las producciones por parte del zootecnista o veterinario.

Se pudo identificar que en las granjas avícolas están siendo visitadas periódicamente por un profesional, ya sea veterinario o zootecnista. El 40% de las granjas encuestadas son visitadas por un profesional una vez por semana, seguido por un 25% todos los días, 20% que son visitadas 2 veces al mes, y 15% una vez al mes. No todos los profesionales se encuentran actualizados acerca de las enfermedades infecciosas que afectan a dichas producciones y de la prescripción de antimicrobianos. En algunos casos se formulan antibióticos por hábitos, tendencia o inclinaciones del médico veterinario lo que puede ocasionar errores de diagnóstico, y prescripciones inadecuadas aumentando la resistencia bacteriana (Moreno et al. 2008).

Situaciones en las que los productores avícolas hacen uso de antibióticos

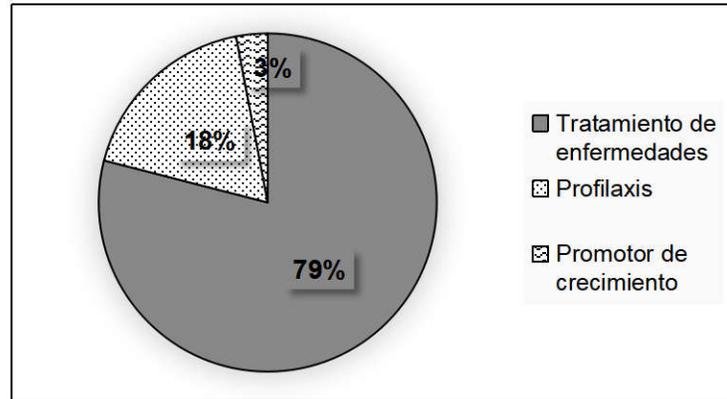


Figura 6. Situaciones para el uso de antibióticos en las producciones.

Las principales situaciones que llevan a los avicultores encuestados frente al uso de antibióticos es el tratamiento de enfermedades, teniendo un porcentaje significativo del 79%, seguido de un 18% que utilizan los antibióticos como método de profilaxis y el otro porcentaje lo utilizan como promotor de crecimiento (Figura 6). El empleo de antibióticos con fines terapéuticos y profilácticos contribuye al aumento de resistencia bacteriana, por ello se hace necesario llevar a cabo políticas de uso racional de los antibióticos en todos los ámbitos que permita controlar esta problemática de resistencia (Torres, 2002). Estudios realizados indican que la restricción en el uso de los antibióticos en animales para el consumo humano reduce el desarrollo de la resistencia hasta en un 39%. Varios países ya han restringido por iniciativa propia el uso de antibióticos tanto para acelerar el crecimiento o prevenir enfermedades en animales (Mathew et al., 2007). La Unión Europea (UE), prohíbe desde 2006 el uso de antibióticos para promover el crecimiento de animales (Turnidge, 2004; Cogliani et al., 2011).

Presentación de enfermedades virales en las producciones avícolas en el último año

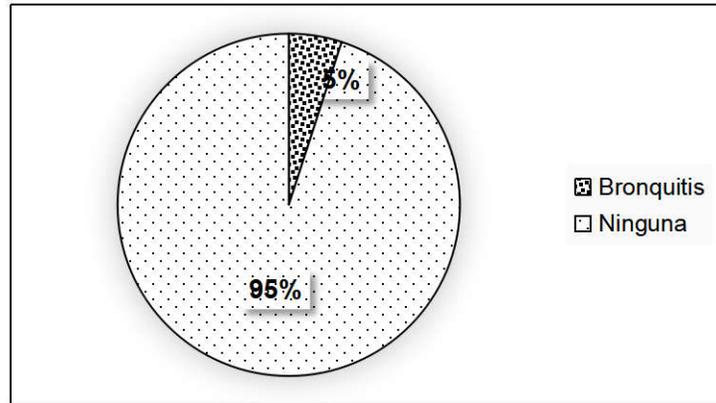


Figura 7. Enfermedades virales que se han presentado el último año.

En el último año sólo un 5% de las granjas encuestadas afirmaron haber tenido una enfermedad viral. Este aspecto es relevante, debido al tratamiento diferencial que se debe aplicar e influye en la administración de antibióticos cuando se carece de diagnóstico.

Presentación reciente de enfermedades bacterianas en las producciones avícolas

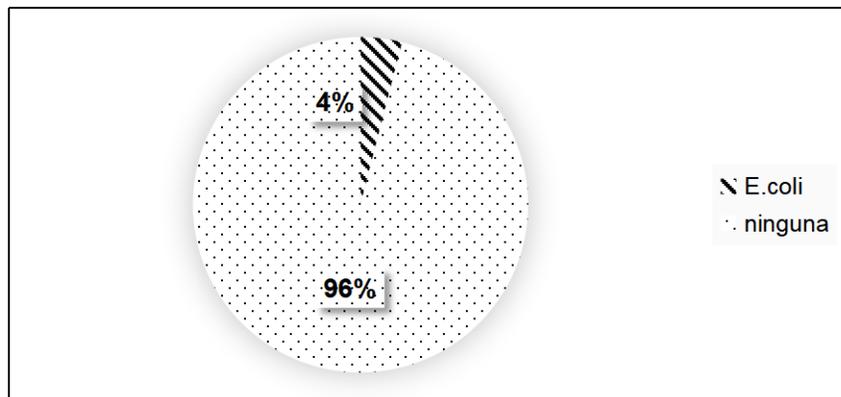


Figura 8. Presencia de enfermedades bacterianas en producciones avícolas durante el último año.

96 de las granjas encuestadas afirman no haber presentado ningún tipo de enfermedad de tipo bacteriano, mientras que cuatro granjas presentaron brotes de *E. coli* (Figura 8).

Monitoreo microbiológico a los animales

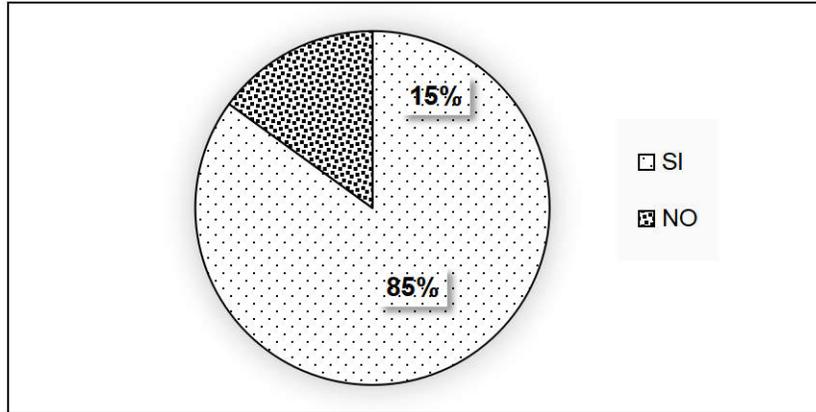


Figura 9. Frecuencia en las pruebas de laboratorio en producciones avícolas.

El 85% de las granjas encuestadas realizan pruebas de laboratorio frente a un 15% que no realiza las pruebas de laboratorio, dichas granjas hacen un uso inadecuado de los antibióticos y generalmente estos son de amplio espectro lo cual podría generar resistencia frente a estos, no siendo eficaces para controlar o eliminar brotes de patógenos (Figura 9).

Tiempo de retiro al hacer uso de los antibióticos

El registro de la cantidad de antibióticos suministrada es esencial para conocer la presión selectiva que se está generando en la producción y la posible resistencia. En algunos países es como Holanda, Canadá y Dinamarca es posible predecir las tendencias en antibiótico resistencia a nivel local y regional por el análisis del consumo per cápita (Bos et al., 2013; Agunos et al., 2017).

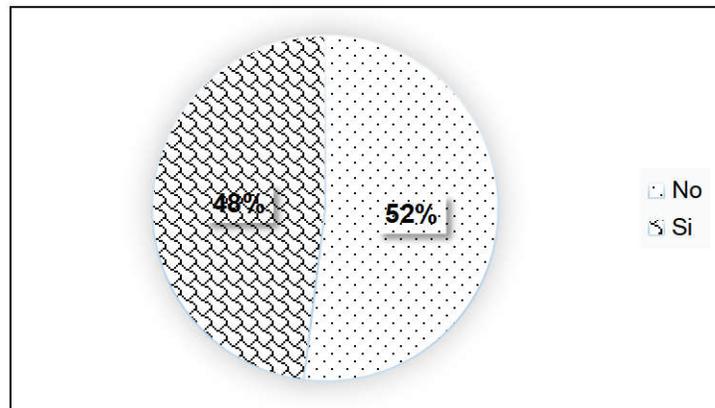


Figura 10. Se respeta el tiempo de retiro al hacer uso de los antibióticos en explotaciones avícolas de Sumapaz.

La utilización de los medicamentos en los animales conlleva una serie de dificultades en cuanto a la producción ya sea en el huevo o en la carne en canal, ya que se debe respetar el tiempo de retiro y estos productos deben ser eliminados (Hamid et al., 2019). El 52% de la población encuestada no cumple con ese tiempo de retiro y continúan vendiendo los productos como normalmente lo hacen, sin tener en cuenta que esto tiene efectos a nivel sensorial y en la calidad del producto (Figura 10).

Al no respetar los tiempos de retiro estipulados para cada antibiótico se puede presentar consumo de pequeñas cantidades de estos provenientes de la dieta, lo que genera una alteración en la microbiota intestinal y se deben recibir tratamientos con este tipo de fármacos por un tiempo prolongado lo que hace que se genere en algunos casos efectos adversos como el desarrollo de la resistencia antimicrobiana en bacterias patógenas en los seres humanos. (Lozano & Arias, 2008). Probablemente otra causa de la resistencia a antibióticos, es el uso de los mismos antibióticos hace más de veinte años, por lo cual no se cuenta con una familia nueva de antibacterianos. Exponiendo al ser humano a que llegue a su umbral de resistencia por vía de contacto animal o producto de origen animal (Jaimes et al., 2010).

Opciones ante la falla terapéutica en explotaciones avícolas

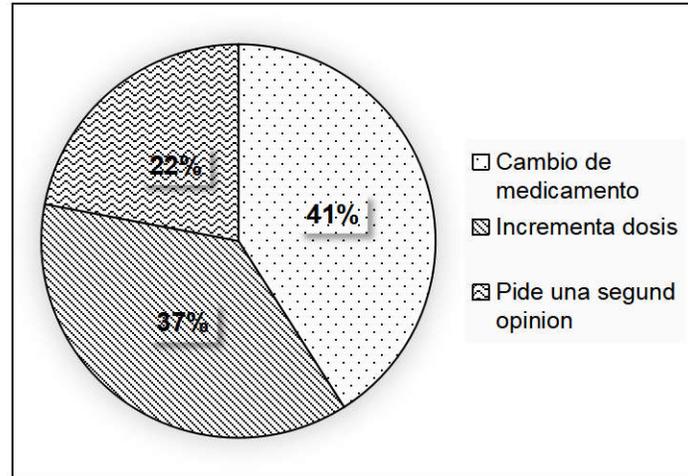


Figura 11. Opciones de los productores avícolas cuando un tratamiento no funciona.

El 41% de la población encuestada realiza cambio de medicamentos cuando un tratamiento con antibióticos no funciona, así mismo el 37% de las granjas incrementan dosis y un 22% piden una segunda opinión. Es importante tener en cuenta que un 85% de las granjas realizan pruebas de laboratorio lo cual ayuda a tener una decisión más precisa a la hora de hacer uso de algún tipo de antibiótico (Figura 11).

En este estudio, los productores avícolas indicaron que la consecución de antibióticos no tiene restricciones y cualquier persona tiene acceso a estos. Tanto que, en su mayoría los locales agropecuarios no cumplen con la Resolución 1023 del 28 de abril de 1997 del ICA, mediante la cual se les solicita a los comercializadores, los distribuidores y los expendedores exigir la prescripción escrita de un médico veterinario, para la venta de compuestos que puedan dejar alguna residualidad en los alimentos de origen animal (Máttar et al., 2009; Martínez *et al*, 2014).

Análisis de correspondencia múltiple

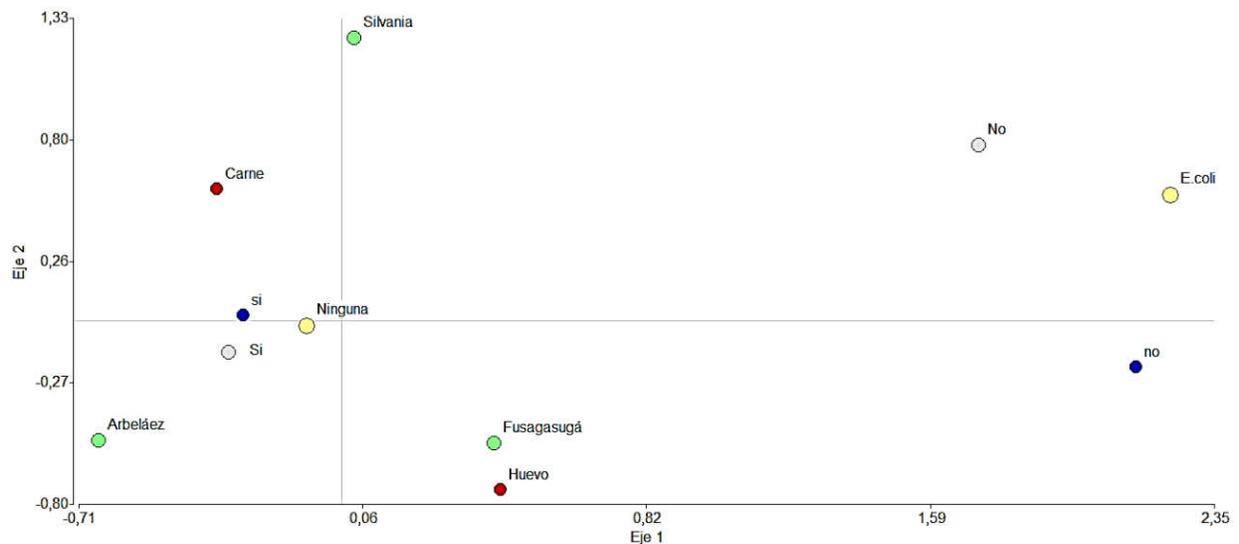


Figura 12. Análisis de correspondencias múltiples para variables de encuestas a productores avícolas. Municipios: Color verde; Tipo de producción: Color rojo; Presencia de enfermedad bacteriana: Color amarillo; Cuenta con BPAV: Color azul; Hacen pruebas de laboratorio: Color gris.

Se asociaron las variables con mayor relevancia y relación sobre el enfoque de enfermedades bacterianas y el uso de antibióticos. Las variables que se asociaron son: Cuenta con BPAV, Municipio, Tipo de producción, Presencia de enfermedades bacterianas, Realiza pruebas de laboratorio. En el análisis se manejaron dos ejes en el plano de coordenadas se relacionan a así: Las granjas que no cuentan con BPAV se vinculan con la presencia de *E. coli* y no hacen pruebas de laboratorio, acercándose los puntos de estas variables en un mismo sector. El municipio de Fusagasugá es el que está más cercano al sector o asociación anterior. Las granjas que cuentan con BPAV, se asocian con la realización de pruebas de laboratorio, no presentan ninguna enfermedad bacteriana y la mayoría granjas de los 3 municipios cuentas

con certificación en BPAV. El municipio de Fusagasugá se relaciona con la producción de huevo, al igual que el municipio de Arbeláez. El municipio de Silvania se asocia con la producción de carne (Figura 12).

Perfiles de sensibilidad y resistencia de cepas de *E. coli* a siete antibióticos

Perfil antibiótico	Fosfomicina sodica	Ciprofloxacina	Gentamicina	Enrofloxacina	Amoxicilina	Trimetoprin-Sulfa	Penicilina
Susceptible	86%	57%	43%	57%	71%	29%	57%
Resistente	14%	43%	29%	43%	29%	71%	43%

Tabla 7. Frecuencia de cepas *E. coli* resistentes a diferentes antibióticos de uso veterinario en producciones avícolas del Sumapaz.

El patógeno frecuente detectado en las pruebas de laboratorio fue *E. coli* y el 40,81% de los casos presentaron algún tipo de resistencia a antibióticos (Anexo 3 y 4). De los antibióticos evaluados, los antibióticos Fosfomicina sódica y Amoxicilina presentaron los mayores porcentajes de sensibilidad con 86% y 71% en su respectivo orden. De otra manera, el antibiótico que presentó el mayor grado de resistencia fue Trimetoprin-Sulfa con un 71%, seguido de Ciprofloxacina, Enrofloxacina y Penicilina con un 43 % (Tabla 7). En otros estudios, Trimetoprim sulfa, Ciprofloxacina y Gentamicina son eficaces frente a *E. coli*, llegando a variar de acuerdo al uso adecuado a estos antibióticos conforme a la susceptibilidad antimicrobiana (Vargas et al., 2010).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA) y el Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) publicaron un informe sobre la resistencia antimicrobiana de bacterias zoonóticas e indicadores de humanos, animales y alimentos en el 2016. Uno de los

hallazgos más relevantes fue la prevalencia de *E. coli* como productor de β -lactamasas en las aves de corral, desde niveles bajos (menos del 10%) hasta niveles extremadamente altos (más del 70%). Las bacterias que producen enzimas betalactamasas muestran resistencia en los antibióticos β -lactámicos (una clase de antibióticos de amplio espectro que incluye derivados de penicilina, cefalosporinas y carbapenemes). Esta es la primera vez que se observó la presencia de *E. coli* beta-lactamasa de espectro extendido (BLEE) en aves de corral y carne de ave. Las bacteriemias por *E. coli* con BLEE constituyen una entidad clínica grave que, al igual que otras infecciones causadas por microorganismos multirresistentes, son un reto a la hora de establecer un tratamiento antibiótico correcto (García., et al.2011). Estas cepas resistentes pueden no ser detectadas mediante los procedimientos microbiológicos usuales, lo cual genera fallas terapéuticas frecuentes y, en ocasiones, fatales. (Morejón-García, 2013).

En este estudio no se identificó *Salmonella sp.*, no obstante, es claro que este patógeno predomina en diferentes alimentos de origen animal, como son carnes frescas, hamburguesas, salchichas y chorizos frescos, jamón cocido y huevos frescos, presentando frecuentes resistencias a los antibióticos tetraciclina, estreptomicina, ácido nalidíxico, ticarcilina, ampicilina y cloranfenicol. Estas vías son las más comunes de transmisión de bacterias a humanos y a su vez resistencia a antibióticos en la salud humana (Hernández, & Hernández-Godoy 2004, Arenas et al., 2017; Arenas & Moreno, 2018). Con el mal uso de antibióticos y aplicación de los mismos en humanos y animales su efectividad disminuye en el control de bacterias patógenas. Este estudio se desarrolló con el enfoque del programa “Una salud” de la OMS para lograr acciones colaborativas en el marco de la salud pública y el control de la resistencia a los antibióticos.

A futuro nuevas alternativas para el control de la resistencia podrían desarrollarse, como es el uso de metabolitos de fermentación comercial tipo XPC. Los resultados son prometedores para reducir la resistencia a los antimicrobianos de *Salmonella* y *E. coli* al Florfenicol, Ceftiofur y Enrofloxacin en aves de corral entre otras especies. Así, la resistencia de las cepas aisladas de *Salmonella* recuperadas del ciego de pollos de engorde para los tres antibióticos evaluados se redujo significativamente. Para Florfenicol, la resistencia se redujo de 17.7% a 1.4% Ceftiofur: la resistencia se redujo de 13.6% a 0.5% y a Enrofloxacin: la resistencia disminuyó de 6.5% a 0.00%. De manera comparada, la resistencia a *E. coli* se obtuvo una reducción significativamente a los tres antibióticos Florfenicol de 90.7% a 25%, Ceftiofur de 68% a 26.9% Enrofloxacin de 56.3% a 15.4%. Estos datos indican que la inclusión de XPC™ en las dietas de aves de corral podría reducir la resistencia a antibióticos de *Salmonella* y *E. coli* (Feye et al., 2016)

Capacitación a productores encuestados sobre el impacto de los antibióticos y Buenas Prácticas Avícolas

Se realizaron 3 charlas, una por municipio, donde se hizo una introducción sobre la temática de los antibióticos, usos e impacto sobre la producción, adicionalmente algunas pautas que son críticas en el manejo de la producción para reducir brotes de enfermedades y recomendaciones para la implementación de BPAV (Anexo 2). Es evidente que el componente social es fundamental en disminuir el impacto de la antibiótico resistencia a nivel global. Las estrategias pedagógicas han mostrado un impacto positivo y con un alto costo-beneficio (Friedman et al., 2007; Magouras et al., 2017).

8. Conclusiones

- Se evidencia que una muestra de los productores y operarios avícolas encuestados desconocen las consecuencias que trae consigo el uso indiscriminado de la administración de antibióticos en las producciones teniendo como consecuencia la resistencia a estos, entre otras, esto está relacionado directamente con la falta de realización de pruebas de laboratorio
- Se realizaron capacitaciones a operarios del sector avícola con el fin de crear conciencia acerca del cumplimiento de las normas de bioseguridad en las granjas y el adecuado uso de la administración de antibióticos.
- La resistencia antimicrobiana surge como resultado del uso excesivo e inadecuado de los antibióticos. En Colombia ha ido incrementando esta resistencia tanto en el sector pecuario como en medicina humana, debido a la carencia de normas que regulen su venta y administración, y por otro lado a la falta de conciencia de las consecuencias que trae la automedicación y administración de forma inapropiada de los antibióticos.
- De los antibióticos utilizados en los antibiogramas, Trimetoprim-sulfa presenta la mayor resistencia frente a *E. coli*. La mayor sensibilidad la presenta los antibióticos Fosfomicina sodica y Amoxicilina.
- De las granjas encuestadas, las que presentan mayor presencia de enfermedades como *E. coli* se relacionan con no hacer pruebas de laboratorio, y no poseer Buenas Prácticas Avícolas (BPA).
- En las granjas donde poseen BPA, estas se relacionan con el uso de pruebas de laboratorio y no presentan enfermedades bacterianas.

- Según las encuestas realizadas en la mayoría de los casos usan los antibióticos para tratar enfermedades, contrastando con las pruebas de laboratorio, el uso indiscriminado y el mal manejo que le dan a estos, puede ser la respuesta de los altos porcentajes de resistencia frente a *E. coli*.
- Trabajos de este tipo, donde se realiza un diagnóstico base para realizar nuevas evaluaciones. Contribuyen a la solución de problemas en el sector avícola de la región del Sumapaz.
- De acuerdo al diagnóstico, las granjas encuestadas en su mayoría no realizan pruebas de laboratorio para la identificación de bacterias patógenas, se usan antibióticos sin conocimiento de cuál es el patógeno que afecta la producción.
- En el estudio se observa que el 79% de la muestra evaluada usa los antibióticos para el control de enfermedades, en menor proporción lo usa como profilaxis o promotor de crecimiento. Debido a que en las pruebas de laboratorio se presenta resistencia en antibióticos, que puede ser causado por el mal manejo de estos, usando dosis sub-terapéuticas o en alta cantidades sin hacer un manejo adecuado de la concentración y aumentando la probabilidad de resistencia.
- A pesar de que el 89% de las granjas están certificadas en BPAV, según el diagnóstico y el contraste con las pruebas de laboratorio, se presentan inconsistencias en el manejo de antibióticos, arrojando un aumento en la resistencia de patógenos.

9. Recomendaciones

- El uso de Trimetoprim-sulfa no es recomendado en las granjas donde se tomaron las muestras, ya que posee una alta resistencia frente a *E. coli*.
- Se recomienda a las producciones o entes de control como el ICA que promuevan el uso de pruebas de laboratorio como antibiogramas para mantener la información actualizada sobre la resistencia de bacterias infecciosas en aves y posibles controles que sean efectivos.
- Se recomienda el uso de vacunas para evitar la inmunosupresión y posibles infecciones oportunistas por *E. coli* que reduzca el uso de antibióticos para su control y prevención.
- Seguir realizando capacitaciones a los productores y colaboradores del sector avícola de la Región del Sumapaz, sobre BPAV, manejo sanitario de la producción y posibles vectores que permitan la presencia de bacterias patógenas que afecten la salud animal y humana.
- Realizar acompañamientos en lapsos de tiempo más cortos con el fin de garantizar que se cumplan protocolos de sanidad y manejo de antibióticos adecuado en las explotaciones avícolas.
- Es indispensable que se lleve un control y vigilancia en las granjas, tanto de los animales sanos, como de los enfermos, y que los resultados de este control sean publicados y dados a conocer en cada sector, con el fin de que las personas que trabajan en el medio tengan la información de las enfermedades que se presentan y se generen medidas sanitarias en conjunto.

- Manejar un registro del uso de antibióticos y resistencia en las granjas, con el fin de crear una fuente de información que permita mejorar el manejo que se les da a estos.
- Fortalecer el cumplimiento estricto de las normas de bioseguridad en las granjas, ya que la carencia de estas da lugar a la propagación y contaminación por microorganismos patógenos resistentes.

10. Bibliografía

Acevedo, D, Montero, P.M., Jaimes, D.C. (2015). Determinación de antibióticos y calidad microbiológica de la carne de pollo comercializada en Cartagena (Colombia). *Información tecnológica*, 26(1);71-76.

Afolayan, A., Adetoye, A., Ayeni, F. (2018). Beneficial Microbes: Roles in the Era of Antimicrobial Resistance. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 115(51);12902-12910.

Agunos, A., Léger, D. F., Carson, C. A., Gow, S. P., Bosman, A., Irwin, R. J., Reid-Smith, R. J. (2017). Antimicrobial use surveillance in broiler chicken flocks in Canada, 2013-2015. *PloS one*, 12(6);e0179384.

Akond, Muhammad Ali, Saidul Alam, S.M.R. Hassan, Momena S. (2009). Antibiotic Resistance of *Escherichia Coli* Isolated From Poultry and Poultry Environment of Bangladesh. *Internet Journal of Food Safety*, 11;19-23.

Alcaldía de Fusagasugá. Acuerdo No. 100-02.01 - 11 DE 2016. (2016). Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas “Juntos Sí Podemos” Fusagasugá 2016 – 2019. 13p.

Alcaldía de Silvania. Plan de desarrollo municipal “Juntos construimos el cambio” 2016-2019. 117p.

Álvarez, L.C., Barrera, E.M., Gonzáles, E.A. (1994). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Veterinaria México*, 24(2);141-144.

Arenas, N. E., Abril, D. A., Valencia, P., Khandige, S., Soto, C. Y., Moreno-Melo, V. (2017). Screening food-borne and zoonotic pathogens associated with livestock practices in the Sumapaz region, Cundinamarca, Colombia. *Tropical animal health and production*, 49(4);739-745.

Arenas N. E., Melo V. M. (2018). Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. *Infectio*, 22(2);110-119.

Astaíza Martínez J. M., Benavides Melo C. J., López Córdoba M. J., Portilla Ortiz J. P. (2014). Diagnóstico de los principales antibióticos recomendados para pollo de engorde (broiler) por los centros agropecuarios del municipio de Pasto, Nariño, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 27;99-110.

Bengtsson, B., Greko, C. (2014). Antibiotic resistance- consequences for animal health, welfare, and food production. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 119(2);96-102.

Bermúdez, C. E., Arenas, N. E., & Moreno Melo, V. (2017). Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1);199-208.

Bohórquez, V. (2014). Perspectiva de la producción avícola en Colombia, Trabajo de pregrado en Especialización En Alta Gerencia, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Militar Nueva Granada 32p. Disponible en: 32. <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12149/1/AVICULTURA.pdf>

Bos, M. E., Taverne, F. J., van Geijlswijk, I. M., Mouton, J. W., Mevius, D. J., Heederik, D. J. (2013). Consumption of antimicrobials in pigs, veal calves, and broilers in the Netherlands: quantitative results of nationwide collection of data in 2011. *PLoS One*, 8(10);e77525.

Cancho Grande, B., García Falcón M. S., Simal-Gándara J. (2000) El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3:1;39-47.

Carmona F. (1985) Presencia de *Campylobacter jejuni* en aves de corral y sus manipuladores. *Biomédica*, 5(3-4);78-85.

Castañeda-Salazar, R., Pereira-Bazurdo, A. N., del Pilar Pulido-Villamarín, A., Mendoza-Gómez, M. F. (2018). Estimación de la prevalencia de *Salmonella* spp. en pechugas de pollo para consumo humano provenientes de cuatro localidades de Bogotá-Colombia. *Infectio*, 23(1);27-32.

Castaño J, Botero A, Betancur O, Aricapa H. (2008) Comportamiento de los principales antibióticos usados en avicultura frente a cepas respiratorias de *E. coli* en pollos de engorde del municipio de Floridablanca (Santander Colombia) *Biosalud*, 7;11-20.

Cepero B, Ricardo. (2006) Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la unión europea: causas y consecuencias, Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

Chattopadhyay, M. K. (2014). Use of antibiotics as feed additives: a burning question. *Frontiers in microbiology*, 5;334.

Cogliani, C., Goossens, H., Greko, C. (2011). Restricting antimicrobial use in food animals: lessons from Europe. *Microbe*, 6(6);274-279.

Collignon, P. C., Conly, J. M., Andremont, A., McEwen, S. A., Aidara-Kane, A., World Health Organization Advisory Group, Bogotá Meeting on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance (WHO-AGISAR), ... Dang Ninh, T. (2016). World Health Organization ranking of antimicrobials according to their importance in human medicine: a critical step for developing risk management strategies to control antimicrobial resistance from food animal production. *Clinical Infectious Diseases*, 63(8);1087-1093.

DNP (2007) CONPES 3468, Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la Cadena Avícola, Dirección Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

Donado-Godoy P, Clavijo V, León M, Tafur MA, Gonzales S, Hume M, et al. (2012). Prevalence of *Salmonella* on retail broiler chicken meat carcasses in Colombia. *J. Food Prot.* 2012;75(6);1134-1138.

Donado-Godoy, P., Castellanos, R., León, M., Arévalo, A., Clavijo, V., Bernal, J., ... Perez-Gutierrez, E. (2015a). The establishment of the Colombian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance (COIPARS): a pilot project on poultry farms, slaughterhouses and retail market. *Zoonoses and public health*, 62;58-69.

Donado-Godoy, P., Byrne, B. A., León, M., Castellanos, R., Vanegas, C., Coral, A., ... Tafur, M. (2015b). Prevalence, resistance patterns, and risk factors for antimicrobial resistance in bacteria from retail chicken meat in Colombia. *Journal of food protection*, 78(4);751-759.

Donado-Godoy P, Bernal JF, Rodríguez F, Gomez Y, Agarwala R, Landsman D, et al. (2015c). Genome sequences of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serovar Paratyphi B (dT+) and Heidelberg strains from the Colombian poultry chain. *Genome announcements*, 3(5);e01265-15.

Dupont, H. L., Steele, J. H. (1987). Use of Antimicrobial Agents in Animal Feeds : Implications for Human Health Use of. *Reviews of Infectious Diseases*, 9(3);447– 460.

Escobar, N. (2015). Evolutionary mechanisms that generate bacterial resistance in livestock production. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 1(2);1-10.

FAO. (2017). FAO. El enfoque multisectorial de la OMS «Una salud» Obtenido de <https://www.who.int/features/qa/one-health/es/>

FAO. (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>

Feye, K.M, Anderson, K.L, Scott, M.F, McIntyre, D.R, Carlson, S.A. (2016). Inhibition of the virulence, antibiotic resistance, and fecal shedding of multiple antibiotic-resistant *Salmonella Typhimurium* in broilers fed Original XPC™. *Poultry science*, 95(12);2902–2910.

FENAVI. (2018). Fondo Nacional Avícola. Obtenido de <http://fenavi.org/centro-de-noticias/el-sector-avicola-crecio-45-en-2018/>

Friedman, D. B., Kanwat, C. P., Headrick, M. L., Patterson, N. J., Neely, J. C., Smith, L. U. (2007). Importance of prudent antibiotic use on dairy farms in South Carolina: a pilot project on farmers' knowledge, attitudes and practices. *Zoonoses and Public Health*, 54(9-10);366-375.

García, A., García, E., Hernández, J., Yagüe, J., Herrero, J., Gómez, J. (2011). Bacteriemias por *Escherichia coli* productor de betalactamasas de espectro extendido (BLEE): significación clínica y perspectivas actuales. *Revista española de quimioterapia*, 24(2);57-66.

Grande, B. C., Falcón, M. G., Gándara, J. S. (2000). El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *CYTA-Journal of Food*, 3(1);39-47.

Greenacre, M.J. (1984). Theory and Applications of Correspondence Analysis. London: Academic Press. New York, US.

Guzmán-Carrillo, L.E., Espitia-Yáñez C., Berthel, L. (2012). Presencia de lincomicina como promotor de crecimiento en carne de pollo comercializado en supermercados de Cartagena, Colombia. Vitae: 19(1);328-330.

Hamid, H., Zhao, L. H., Ma, G. Y., Li, W. X., Shi, H. Q., Zhang, J. Y.,... Ma, Q. G. (2019). Evaluation of the overall impact of antibiotics growth promoters on broiler health and productivity during the medication and withdrawal period. Poultry science, pey598.

Hernández, B. B., Hernández-Godoy, J. (2004). Resistencias a antibióticos en *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* aislados de alimentos de origen animal. Revista de Salud Ambiental, 4(1-2);42-46.

ICA. (1997). Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución No. 1023 del 28 de abril de 1997.

ICA. (2015). Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución No. 3714 del 20 de octubre de 2015.

ICA. (2017). Instituto Colombiano Agropecuario. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx>

ICA (2017) Censo Pecuario Nacional, Censo Aviar en Colombia. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx> (Acceso: 5 de marzo de 2019).

ICA. (2018). El Instituto Colombiano Agropecuario activó plan de contingencia para controlar focos de Newcastle, enfermedad que afecta exclusivamente a las aves (Acceso: 24 de enero de 2018). Disponible en: <https://www.ica.gov.co/Noticias/El-ICA-activo-plan-de-contingencia-newcastle.aspx>

Izquierdo, P. et al. (2010). Extracción de Cxitetraciclina en carne de pollo: estudios de rendimiento con aumento de la fase polar del solvente de extracción: Revista Científica: 20(4);430-435.

Jaimes, J., Gómez, A., Álvarez, D., Soler, D., Romero, J., & Villamil, L. (2010). Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. Revista de Medicina Veterinaria, 49-50.

Jackson, L. C., Machado, L. A., Hamilton, M. L. (1998). Principios generales de la terapéutica antimicrobiana. Acta médica, 8(1);13-27.

- Jiang, H. X., Lü, D. H., Chen, Z. L., Wang, X. M., Chen, J. R., Liu, Y. H., ... Zeng, Z. L. (2011). High prevalence and widespread distribution of multi-resistant *Escherichia coli* isolates in pigs and poultry in China. *The veterinary journal*, 187(1);99-103.
- Kramer, T., Jansen, L. E., Lipman, L. J., Smit, L. A., Heederik, D. J., Dorado-García, A. (2017). Farmers' knowledge and expectations of antimicrobial use and resistance are strongly related to usage in Dutch livestock sectors. *Preventive veterinary medicine*, 147;142-148.
- Llopis Pérez, J. (2014). *La estadística: una orquesta hecha instrumento. Tema 17: Análisis de componentes principales.*
- Lozano, M, Arias, D. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia.
- Magouras, I., Carmo, L. P., Stärk, K. D., Schüpbach-Regula, G. (2017). Antimicrobial usage and-resistance in livestock: where should we focus?. *Frontiers in veterinary science*, 4;148.
- Martínez-Rocha, A. K. (2012) *Uso de antimicrobianos en la avicultura: sus implicaciones en la salud pública. Tesis de maestría en Salud Pública, Facultad de Medicina, Instituto de Salud Pública Universidad Nacional de Colombia. 119 p.*
- Martínez, J, Melo, C, Cordoba, M, Ortiz, J. (2014). Diagnóstico de los principales antibióticos recomendados para pollo de engorde (broiler) por los centros agropecuarios del municipio de Pasto, Nariño, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, (27);99-110.
- Mathew, A. G., Cissell, R., & Liamthong, S. (2007). Antibiotic resistance in bacteria associated with food animals: a United States perspective of livestock production. *Foodborne pathogens and disease*, 4(2);115-133.
- Máttar, S., Calderón, A., Sotelo, D., Sierra, M., Tordecilla, G. (2009). Detección de antibióticos en leches: un problema de salud pública. *Revista de salud pública*, 11(4);579-590.
- Mendelson, M., Brink, A., Gouws, J., Mbelle, N., Naidoo, V., Pople, T., ... Sub, S. A. O. H. S. (2018). The One Health stewardship of colistin as an antibiotic of last resort for human health in South Africa. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(9), e288-e294.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2006). Decreto 3518 de octubre 9 de 2006. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 1382 del 2 de mayo 2013. Bogotá, Colombia.
- Molero-Saras, G.L. et al., (2006). Residuos de enrofloxacin en tejido hepático y muscular de pollos beneficiados en el municipio San Francisco del estado Zulia, Venezuela, *Revista Científica*: 16(6);629-633.

Morejón García, M. (2013). Betalactamasas de espectro extendido. Revista cubana de medicina, 52(4), 272-280.

Moreno-Bondi, M. et al., (2009). An overview of sample preparation procedures for LC-MS multiclass antibiotic determination in environmental and food samples, Anal Bioanal Chemistry, 395(4);921-946.

Moreno, S, Zambrano, H, Martinez, J, Gonzalez, M, Henriquez, D. Uso prudente de antibióticos en instituciones prestadoras de servicios de salud. Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D. C. Dirección de Salud Pública.

Neeteson-van Nieuwenhoven, A. M., Knap, P., & Avendaño, S. (2013). The role of sustainable commercial pig and poultry breeding for food security. Animal Frontiers, 3(1);52-57.

Osorio P. C., Icochea D., Eliana, R. S., Guzmán P. G., Cazorla J. M., Carcelén F. C., (2010). Comparación del rendimiento productivo de pollos de carne suplementados con un probiótico versus un antibiótico. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 21(2);219-222.

Poehlsgaard, J., & Douthwaite, S. (2005). The bacterial ribosome as a target for antibiotics. Nature Reviews Microbiology, 3(11);870.

Quiroga, M, Vargas, M. (2012). Desarrollo y montaje de una granja avícola con “certificación de granja biosegura”. Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá, Colombia.

Ramírez Vásquez, N. (2009). Por un uso racional de los medicamentos veterinarios. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 22(4);589-590.

Seijja V, Vignoli R. (2006). Principales grupos de antibióticos. Temas de bacteriología y virología médica (Capitulo 34), 631-647. Disponible en: <http://higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>

Sourial, N., Wolfson, C., Zhu, B., Quail, J., Fletcher, J., Karunanathan, S., Bergman, H. (2010). Correspondence analysis is a useful tool to uncover the relationships among categorical variables. Journal of clinical epidemiology, 63(6), 638-646.

Tafur, J. D., Torres, J. A., & Villegas, M. V. (2011). Mecanismos de resistencia a los antibióticos en bacterias Gram negativas. Infectio, 12(3);223-233.

Turnidge, J. (2004). Antibiotic use in animals-prejudices, perceptions and realities. Journal of antimicrobial Chemotherapy, 53(1);26-27.

Van den Bogaard, A. E. N. London, C. Driessen and E. E. Stobberingh. (2001). Antibiotic resistance of faecal *Escherichia coli* in poultry, poultry farmers and poultry slaughterers. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 47;763-771.

Vargas J, Máttar S, Mosalve S. (2010). Bacterias patógenas con alta resistencia a antibióticos: estudio sobre reservorios bacterianos en animales cautivos en el zoológico de Barranquilla. *Infectio*, 14(1);6-19.

Vásquez C. (2011). Dosificación y vías de administración de antibióticos en avicultura. Obtenido de: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/antibioticos-en-pollos-t28703.htm>

Wegener, H. C. (2003). Antibiotics in animal feed and their role in resistance development. *Current opinion in microbiology*, 6(5);439-445.

Wendlandt S, Shen J, Kadlec K, Wang Y, Li B, Zhang W-J, et al. (2015) Multidrug resistance genes in staphylococci from animals that confer resistance to critically and highly important antimicrobial agents in human medicine. *Trends in microbiology*, 23(1);44-54.

WHO. (2001). World Health Organization, Global strategy for containment of antimicrobial resistance. Geneva, Switzerland 99p. WHO/CDS/CSR/DRS/2001.2 Disponible en: www.who.int/csr/resources/publications/drugresist/EGlobal_Strat.pdf

White, D. G., Zhao, S., Simjee, S., Wagner, D. D., McDermott, P. F. (2002). Antimicrobial resistance of foodborne pathogens. *Microbes and infection*, 4(4);405-412.

Wilson, D. N. (2014). Ribosome-targeting antibiotics and mechanisms of bacterial resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 12(1),35.

Yang H, Chen S, While D, Zhao S, Mc Dermantt P, Walker R, Merig J. (2004). Characterization of multiple antimicrobial-resistant *Escherichia coli* isolates from diseased chicken and swine in China. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(8);3483-3489.

Yeung, R. M., & Morris, J. (2001). Consumer perception of food risk in chicken meat. *Nutrition & Food Science*, 31(6);270-279.

Zambrano Vargas, J. F., Guzmán Bustos, I. A. (2017). Conocimientos del uso de antibióticos en prácticas ganaderas por pequeños y medianos productores de los municipios de Arbeláez, Fusagasugá, Pasca y Silvania. Trabajo de grado, Programa de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá, Colombia. 55 p.

11. Anexos

Anexo 1. Encuesta para evaluar el conocimiento que tienen los productores avícolas acerca del uso de antibióticos

Evaluación del conocimiento acerca de la administración de antibióticos en sistemas de producción avícolas en Fusagasugá, Silvania y Arbeláez

Finca: _____ **Propietario:** _____ **Teléfono:** _____

Municipio: _____ **Edad:** _____ **Dirección:** _____

Cuenta con certificación en buenas practicas avícolas _____

Número de trabajadores en la finca: _____ Nivel académico: _____

Su producción es de: Huevo: ___ - Pollo engorde: ___

Número de animales: _____

Volumen de producción: Huevo/semana: _____ pollo engorde: _____

Su finca cuenta con servicios de: -Plan vacunal: ___ -Antiparasitarios: ___

Tratamiento de enfermedades: ___ -Todas las anteriores: ___

7.. esto se encarga: -Técnico: ___ -Veterinario: ___ -Zootecnista: ___

Usted mismo: ___

8. Con que frecuencia, visita el veterinario y/o zootecnista su finca:

9. En el último año que antibióticos administro a sus animales:

Que _____ motivos _____ tuvo: _____

10. Donde compra los antibióticos:

Con el veterinario: _____ -Farmacia veterinaria: _____

Tienda de alimentos: _____

11. Cuáles son las principales situaciones que lo llevan a usar antibióticos:

Profilaxis _____ tratamiento de enfermedad _____ promotor de crecimiento _____

12. En el último año, se han presentado enfermedades virales en la explotación tales como:

Newcastle _____ influenza aviar _____ bronquitis infecciosa _____ viruela aviar _____

13. En el último año, se han presentado enfermedades bacterianas en la explotación tales como: E. coli ____ Encefalomiélitis aviar ____ Salmonelosis ____ tifoidea aviar ____
Otras _____

14. Realiza pruebas de laboratorio a los animales: Si ____ NO ____

15. Al hacer uso de los antibióticos, realiza el adecuado tiempo de retiro: Si ____ NO ____

16. Cuando compra antibióticos, que factores son más importantes: Precio: ____

Marca: ____ -Calidad: ____ -Recomendación: S ____ -Experiencia previa: ____

17. Sigue con cuidado las indicaciones del veterinario con la dosis, horario y duración de los tratamientos: SI __ NO __

18. Se respetan los tiempos de retiro: SI __ NO __

19. Se lleva un control integrado de plagas e insectos: SI __ NO __

20. Se realiza sanitización de la gallinaza o pollinaza: SI __ NO __

21.Cuál es la disposición final de los animales muertos _____

22. Cuando un tratamiento no funciona que hace: Incrementa la dosis: ____ Pide una segunda opinión: ____ Cambia el medicamento: ____

23. Que complicaciones o efectos secundarios ha observado después de administrar antibióticos: _____

24. Considera que el uso de antibióticos puede resultar un riesgo para: El animal: SI __ NO __
como _____

Anexo 2. Fotografías de las charlas y material entregado a los avicultores.



1. Charlas a productores avícolas



2. Charla acerca del uso de antibióticos
universidad de Cundinamarca

BUENAS PRACTICAS AVÍCOLAS



importancia de la bioseguridad

Normas prácticas para prevenir la entrada y transmisión de enfermedades que afectan la salud de las aves.

Esto permitirá obtener producciones rentables de avicultura limpia para carne y huevos de consumo humano.

COMO ENTRAN LAS ENFERMEDADES.

Virus bacterias hongos y parásitos.

- Los humanos  los principales transmisores.
- Equipos que se  ven entre granjas y galpones.
- Alimentos  agua contaminada
- Roes  adores.
- Vie
- Los



TIPOS DE VACUNA EN AV

- Agua de bebida
- Aspersión
- Ocular
- Nasal
- Intraalar
- Sub-cutánea
- In-ovo

LOS PROBLEMAS SANITARIOS SE PUEDEN

- Distancia entre los galpones
- Aves de varias edades
- El mal manejo de la granja sanitaria.
- No tener un plan de enfermedades.

Localización

Estas deben estar ubicadas para abastecer de agua para toda la granja, alejado de fábricas, bodegas de contaminación que puedan afectar. También es importante estar alejados de lagos, humedales ya que eviten el contacto con aves silvestres o que puedan contaminar la producción. Las cercas y cerramientos ayudan a controlar la entrada y salida de la granja.



Zonas limpias: son las superficies donde se trabaja con las aves como los galpones, también bodegas de alimentos, laboratorio, tanques de agua, comederos, cuarto de medicamentos, etc.

Filtro sanitario: instalaciones de desinfección como duchas, cacilleros casetas de seguridad y vestieres.

Zona sucia: lugares para actividades administrativas, sitio peatonal, vehicular, parqueaderos, comedor y viviendas de operarios.

Ingreso a la granja



Acceso a la granja

Para ingresar a una granja avícola se debe contar con autorización y cumplir el reglamento de bioseguridad como dejar pertenencias en casilleros, lavar muy bien y vestirse con la dotación adecuada proporcionada por el propietario de la granja .

Los equipos y objetos de trabajadores y visitantes deben ser debidamente desinfectados para ingresar a zonas limpias

La granja tendrá una sola entrada siempre cerrada para evitar la entrada a personas y vehículos no autorizados.

La granja debe contar con señalización para trabajadores y visitantes donde puedan orientarse dentro de la granja según las buenas practicas avícolas.

En la entrada se debe encontrar la zona de desinfección de personal vehículos y objetos que ingresen a la granja.

Para los vehículos puede ser: arcos de desinfección o bombas de fumigación manual.



Condiciones estructurales del galpón

-La distancia minima entre galpones debe ser por lo menos de 20 metros.

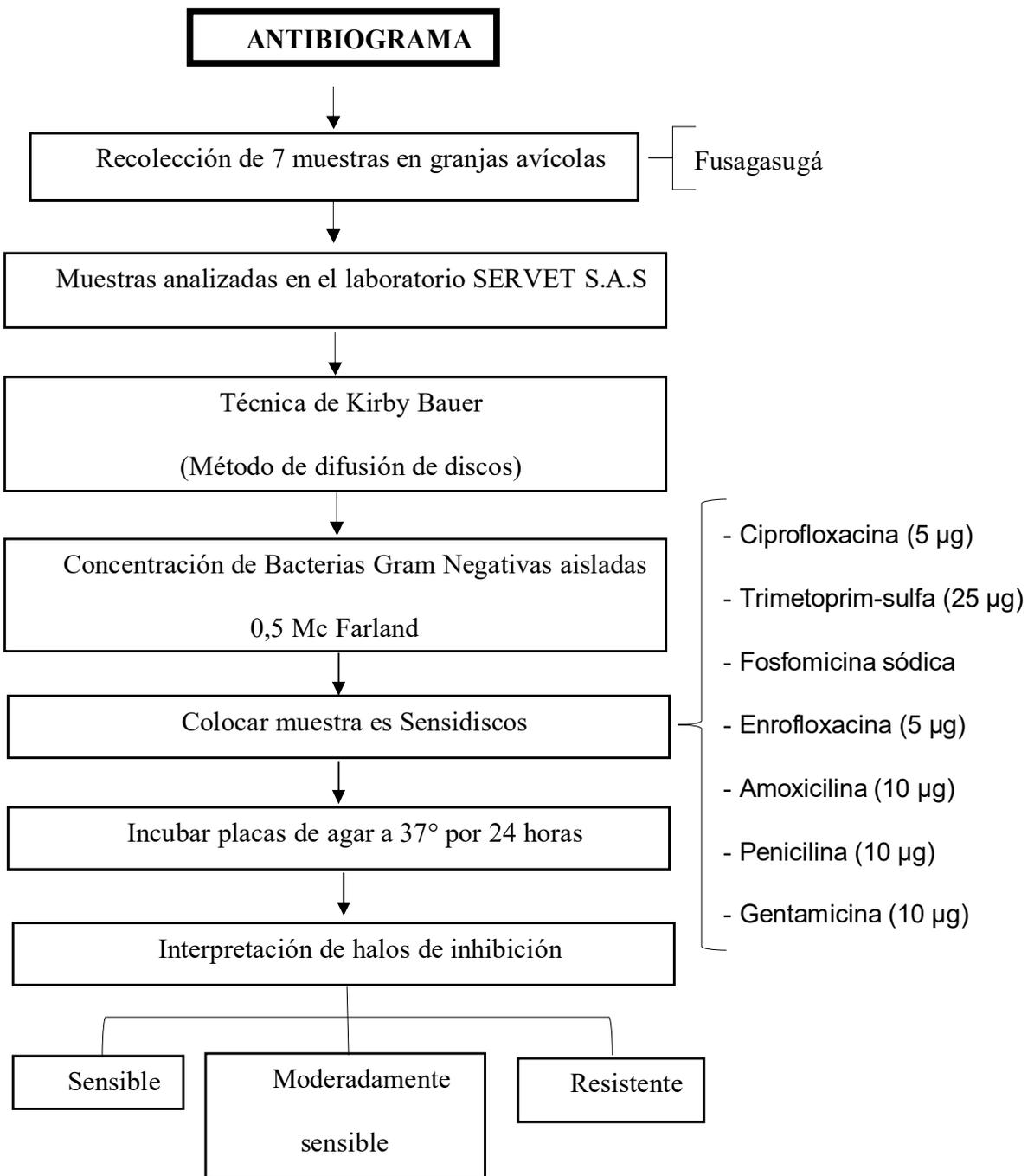
- Los techos deben proteger a las aves del sol, lluvia y el frio.

- Debe tener desagues,cunetas y drenajes de agua lluvia, deben estar construidos de manera que su mantenimiento y desinfección se realice sin ningún tipo de inconveniente .

-El piso de los galpones también debe facilitar la limpieza, desinfección e higiene total de la superficie, por lo que deben ser en concreto y con la gradiente respectiva para evacuar el agua en las labores de aseo.

- Las ventanas en alambre o malla para evitar la entrada de pajaros y depredadores.

- Las paredes deben tener la altura adecuada para proteger las aves del viento y demás.



Municipio	Sexo	Patógeno	Fosfomicina sodica	Ciprofloxacina 5 mcg	Gentamicina 10 mcg	Enrofloxacina 5mcg	Amoxicilina 10mcg	Trimetoprin-Sulfa 1/25%	Penicilina 10mcg
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	3	2	1	1	1	1
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	1	1	1	3	1	1
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	1	3	3	3	1	3
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	1	1	3	1	3	1	3
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	3	2	3	1	3	1
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	3	3	3	3	3	3
Fusagasugá	Hembras	Escherichia coli	3	3	1	3	3	1	1

Perfil de Resistencia (1) Sensibilidad Intermedia (2) y Sensibilidad (3) de los microorganismos a diferentes antibióticos.

Anexo 4. Resultados de tabulación Servet.