



**EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE
Salmonella spp., AISLADAS EN LA CADENA CÁRNICA PORCINA EN
TRES REGIONES DEL PAÍS.**

Gabriela Andrea Zabaleta Espinosa

TRABAJO DE GRADO

**Presentado como requisito parcial para optar por el título de
BACTERIOLOGA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BACTERIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C.
2014**

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la resolución N° 13 de Julio de 1946.

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradezco a Dios y al universo por darme esta grandiosa oportunidad de aprender; a mi familia, amigos y seres queridos por apoyarme, darme días de gracia, conocimientos y muy buenas experiencias; a mi directora Ana por darme un gran ejemplo y compartirme sus conocimientos; y a todos aquellos que estuvieron a mi lado y aportaron con sus conocimientos.

¡Gracias!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	11
3. MARCO TEÓRICO	
3.1. Generalidades de <i>Salmonella</i> spp.	12
3.2. Serovariedades del género <i>Salmonella</i> spp.	12
3.3. Salmonelosis en humanos	13
3.4. Salmonelosis en porcinos	14
3.5. Tratamientos antimicrobianos sugeridos contra <i>Salmonella</i> spp.	15
3.6. Uso de antibióticos en la cría de animales	16
3.7. Susceptibilidad antimicrobiana	16
3.8. Who-net.	17
4. OBJETIVOS	
4.1. Objetivo general	18
4.2. Objetivos específicos	18
5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1. Obtención de las muestras	18
5.2. Aislamiento y obtención de microorganismos	20
5.2.1. Aislamiento e identificación de <i>Salmonella</i> spp.	20
5.2.2. Identificación de serotipos de <i>Salmonella</i> spp.	23
5.3. Preparación y estandarización del inóculo para prueba de susceptibilidad antimicrobiana	23
5.4. Detección de susceptibilidad antimicrobiana	23
6. RESULTADOS	24
6.1. Aislamiento e identificación de <i>Salmonella</i> spp.	24
6.2. Susceptibilidad antimicrobiana	29
7. DISCUSIÓN	35
8. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de <i>Salmonella</i> spp.	13
Tabla 2. Algunos reportes de resistencia antimicrobiana de <i>Salmonella</i> spp.	17
Tabla 3. Serotipos de <i>Salmonellas enterica</i> aislados de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta de la cadena cárnica porcina.	24
Tabla 4. Patrón susceptibilidad antimicrobiana de Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).	30
Tabla 5. Patrones de resistencia a Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).	30
Tabla 6. Serotipos de <i>Salmonella</i> spp., aislados de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta de la cadena cárnica porcina junto con patrones de resistencia. Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Toma de muestra para canales en vientre	19
Figura 2. Esponja para muestreo de superficies.	19
Figura 3. Toma de muestra de superficies.	20
Figura 4. Pesaje de la muestra cárnica (25g).	21
Figura 5. (A) Rappaport, (B) Caldo Tetrionato selenito.	21
Figura 6. Medios selectivos, (A) Hecktoen, (B) Sulfito bismuto y (C) XLD.	22
Figura 7. Sulfito bismuto, colonias característica de <i>Salmonella</i> spp.	22
Figura 8. Hecktoen, colonias característica de <i>Salmonella</i> spp.	22
Figura 9. Medio cromógeno <i>Salmonella</i> Plus, colonias característica de <i>Salmonella</i> spp.	23
Figura 10. Prevalencia de cepas de <i>Salmonella enterica</i> en el Valle del Cauca, Antioquia y Eje Cafetero.	25
Figura 11. Distribución de los serotipos de <i>Salmonella enterica</i> aislados en la región de Antioquia.	25
Figura 12. Distribución de los serotipos de <i>Salmonella enterica</i> aislados en la región del Valle del Cauca.	26
Figura 13. Distribución de los serotipos de <i>Salmonella enterica</i> aislados en la región del Eje Cafetero	26
Figura 14. Prevalencia de los aislamientos de cepas de <i>Salmonella</i> spp., en Planta de beneficio, Planta de desposte y Punto de venta.	27
Figura 15. Distribución de los serotipos de aislamientos de <i>Salmonella</i> spp., para cada establecimiento. Planta de beneficio, Planta de desposte y Punto de venta.	27
Figura 16. Porcentaje de <i>Salmonellas</i> spp., aisladas por origen de muestra.	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 17. Distribución del porcentaje de <i>Salmonellas</i> spp., en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta, aisladas por origen de muestra.	29
Figura 18. Gráfico de dispersión (Whonet 5.6.) Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT) vs Ampicilina (AMP) medicamentos empleados en el tratamiento de primera elección.	31
Figura 19. Gráfico de dispersión (Whonet 5.6.) Ciprofloxacina (CIP) vs Cefotaxima (CTX) medicamentos empleados en el tratamiento de segunda elección.	32
Figura 20. Gráfico de dispersión (Whonet 5.6.) Ciprofloxacina (CIP) vs Ceftriaxona (CRO) medicamentos empleados en el tratamiento para niños con toxicidad sistémica.	32
Figura 21. Prevalencia de la resistencia a antibióticos en Valle del Cauca, Antioquia y Eje Cafetero	35

RESUMEN

Salmonella spp., es un patógeno de transmisión alimentaria, de carácter zoonótico que causa salmonelosis; la ingesta de carne de cerdo contaminada puede ser una vía de transmisión de este patógeno el cual puede presentar alguna resistencia a antimicrobianos debido a los diferentes tratamientos que actualmente son implementados en las granjas de crianza de cerdos siendo su control muy importante para la salud pública. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar la susceptibilidad antimicrobiana de aislamientos de *Salmonella* spp., provenientes de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina en el Valle del Cauca, Antioquia y Eje Cafetero. Se realizó un muestreo estratificado, obteniendo 1202 muestras entre canales, superficies, utensilios y carnes. El aislamiento se realizó mediante el método horizontal de Ausencia/Presencia ISO 6579;2002; realizando pre-enriquecimientos con caldo BHI, y enriquecimiento en caldo. Mediante serotipificación con técnica de antisueros se identificaron los serotipos de *Salmonella* spp., se realizó la detección de susceptibilidad antimicrobiana con la técnica de microdilución en caldo con el sistema MicroScan, la estadística descriptiva de los resultados se llevó a cabo mediante el software Whonet 5.6., como control se utilizó *E. coli* ATCC 25922. Se aislaron 70 cepas de *Salmonella* spp., siendo las más prevalentes *S. Typhimurium* 70%, *S. Javiana* 9% y *S. Derby* 6%. Se detectó resistencia a Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 14,1% de las cepas seguido de Cefotaxima con un 9,4% y Ampicilina en un 6,2%. Se aislaron dos cepas *S. Derby* con multi-resistencia a Cefotaxima, Ciprofloxacina y Trimetoprima/Sulfametoxazol.

1. INTRODUCCIÓN

La salmonelosis hace parte de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) la cual tiene un gran impacto sobre la salud humana, y es de carácter zoonótico. Esta patología es ocasionada por bacterias del género *Salmonella* spp., en el hombre y en algunos animales como cerdos, ganado vacuno, ovejas, caballos, aves y roedores; se conocen dos presentaciones de la enfermedad; la gastroenteritis la cual en la mayoría de los casos es auto/limitante y la bacteriemia con fiebre, en casos graves puede causar sepsis, endotoxemia, coagulación intravascular diseminada, insuficiencia multi-orgánica pudiendo causar la muerte (Rivera et al. 2012).

La transmisión a humanos de esta enfermedad está asociada al consumo de alimentos contaminados, como carnes incluida la de cerdo. Se considera que el ingreso de cerdos portadores de *Salmonella* spp., a las plantas de beneficio es la mayor fuente de contaminación de canales y productos cárnicos. Durante el sacrificio, las canales pueden contaminarse a partir de tejidos como las tonsilas, el tubo digestivo, y los ganglios linfáticos mesentéricos (Mainar-Jaime et al. 2008).

Los cerdos infectados con *Salmonella* spp, pueden tratarse con la misma clase de antimicrobianos utilizados en el hombre. En la crianza de cerdos también se emplean a veces antimicrobianos en dosis subterapéuticas para promover el crecimiento, lo cual puede tener consecuencias al producir susceptibilidad antimicrobiana (OMS 2008).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Hay 1.300 millones de casos de gastroenteritis y 3 millones de muertes en todo el mundo debido a *Salmonella* spp., (Scallan et al. 2013), por tal razón su control es muy importante para la salud pública. Como ya se sabe una de sus causas de contagio es la ingesta de carne de cerdo contaminada con *Salmonella* spp, las cuales pueden presentar alguna resistencia a antimicrobianos debido a los diferentes tratamientos que actualmente son implementados en las granjas de crianza (OMS 2008, Ruiz-Bolivar 2008).

Estas cepas resistentes al ser consumidas por el hombre pueden provocar infecciones que exigirán un tratamiento más difícil, con tiempos más prolongados de la enfermedad y produciendo costos más altos (OMS 2008); por consiguiente, la resistencia a los antimicrobianos es un problema de salud pública y de sanidad animal, así como una carga económica para los países.

La información actualizada sobre estas bacterias zoonóticas resistentes a partir de muestreos en alimentos posiblemente contaminados con estos patógenos, facilitara el monitoreo de las tendencias de resistencia antimicrobiana (COIPARS 2014), y contribuye a disminuir los casos de enfermedades zoonóticas humanas brindando información que permita dirigir esfuerzos para mitigar sus efectos.

Pese a la importancia que conlleva la generación de resistencia antimicrobiana por *Salmonella* spp., para la salud pública, en este trabajo se establecerá la susceptibilidad de cepas aisladas de diferentes plantas de beneficio, desposte y puntos de venta de la cadena cárnica porcina ubicadas en Antioquia, Valle del Cauca y el Eje cafetero, con el fin de determinar si existen cepas resistentes a los antibióticos de elección humana.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades de *Salmonella* spp.

Salmonella spp., son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, son móviles gracias a la presencia de flagelos peritricos, y pertenecen a la familia de las *Enterobacteriaceae* (Evangelopoulou et al. 2013). Tiene un rango de temperatura óptima de crecimiento entre 35 y 37°C, y se observa que a temperaturas menores de 15°C su crecimiento disminuye, presentando una temperatura mínima de 7°C, y temperatura máxima de 49.5°C (Lake et al. 2002). El pH mínimo de crecimiento es de 3,8, el óptimo es de 7 a 7,5 y el máximo es de 9.5, este es influenciado por factores como la temperatura, el ácido presente y la presencia de nitritos entre otros factores. *Salmonella* spp., puede multiplicarse en a_w que van desde 0.94 hasta 0.995 y puede persistir en alimentos con a_w inferiores a 0.94 (Lake et al. 2002).

Salmonella spp., es conocida por sobrevivir en diferentes tipos de alimentos como carnes, leche, huevos, productos lácteos como helado y queso, así como frutas y vegetales. En superficies puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en condiciones de refrigeración. Algunos alimentos, como la carne parecen ser protectores de *Salmonella* spp., durante la congelación, también se caracteriza por sobrevivir en ambientes secos (Lake et al. 2002).

3.2. Serovariedades del género *Salmonella* spp.

El género incluye las especies *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*, que se dividen en más de 2.500 serotipos. *Salmonella enterica* se subdivide en 6 subespecies (Su & Chiu 2007), su nomenclatura se presenta a continuación (tabla 1):

Tabla 1. Clasificación de *Salmonella* spp.

Genero	Especie	Subespecie
<i>Salmonella</i>	<i>enterica</i>	<i>enterica</i> (o subespecie I)
		<i>salamae</i> (o subespecie II)
		<i>arizonae</i> (o subespecie IIIa)
		<i>diarizonae</i> (o subespecie IIIb)
		<i>houtenae</i> (o subespecie IV)
		<i>indica</i> (o subespecie VI)
	<i>bongori</i>	Subespecie V

Fuente: Su & Chiu 2007.

La mayoría de los serotipos aislados de animales y en el hombre pertenecen a *S. enterica* subsp. *enterica* (99.5%), las otras subespecies se asocian principalmente a animales de sangre fría (Evangelopoulou et al. 2013).

El cerdo es uno de los reservorios de *Salmonella* spp., y en estos se presentan principalmente dos serotipos *Salmonella enterica* serotipo Typhimurium (*S. Typhimurium*) el cual es un serotipo de amplio rango de huésped, ya que se asocia frecuentemente con la enfermedad en un número de especies animales aparte de cerdos incluyendo ganado vacuno, ovejas, caballos, aves y roedores; y *Salmonella enterica* serotipo Choleraesuis (*S. Choleraesuis*) que causa la mayoría de los casos de la enfermedad en los cerdos (Kingsley & Bäumler 2000).

3.3. Salmonelosis en humanos

Las Salmonelosis constituyen un grupo de infecciones producidas por bacterias del género *Salmonella* spp., adquiridas por la ingestión de alimentos o bebidas contaminados; se caracterizan por estado febril asociado a manifestaciones gastrointestinales, diarrea y dolores abdominales, moderados o severos (Saravia 2008). La manifestación de la enfermedad depende tanto de la capacidad infecciosa del serotipo y la susceptibilidad del huésped ya que son más susceptibles personas con

inmunosupresión, lactantes, menores de 6 meses de edad y ancianos (Su & Chiu 2007).

Salmonella spp., posee mecanismos que le permiten adherirse a las células epiteliales del intestino delgado y puede sobrevivir al pH ácido del estómago; puede multiplicarse dentro de las células intestinales y liberar una endotoxina, *Salmonella enterica* puede atravesar el epitelio del tracto intestinal, donde causa inflamación y libera una enterotoxina y una endotoxina (INS 2011).

La gastroenteritis por *Salmonella* no tifoidea se caracteriza por la infiltración masiva de polimorfonucleares en la mucosa del colon y del intestino delgado. Esta respuesta parece depender de la inducción de la interleuquina (IL) 8, un factor quimiotáctico potente para neutrófilos, que se secreta en las células intestinales como consecuencia de la colonización por *Salmonella* spp., y de la translocación de proteínas bacterianas en el citoplasma del hospedador. La desgranulación y producción de sustancias tóxicas por los neutrófilos puede lesionar la mucosa del intestino y causar diarrea de origen inflamatorio, que se observa en la gastroenteritis no tifoidea (Fauci et al. 2009).

3.4. Salmonelosis en porcinos

Los cerdos son muy susceptibles a la salmonelosis, como se mencionó anteriormente los serotipos predominantes son *S. Typhimurium* y *S. Cholerae* (Kingsley & Bäumler 2000). La infección con este germen por lo general se disemina entre cerdos por la ingestión de alimentos contaminados, también se da por la transmisión de numerosos organismos portadores, como la mosca de la rata, roedores, borregos, perros, gatos, algunas aves y animales silvestres (Flores 1981).

El periodo de incubación fluctúa de dos días a varias semanas, los cerdos jóvenes se infectan más frecuentemente que los adultos, aunque estos

últimos padecen de la enfermedad con relativa frecuencia, especialmente cuando se someten a diferentes procesos de manejo que ocasionan una baja de defensas (Flores 1981).

El cuadro clínico puede ocurrir en forma aguda, subaguda o crónica. La forma aguda se caracteriza por presentar fiebre, pérdida del apetito y cianosis, la mayoría de los animales mueren a las 48 horas, evidenciando petequias en piel, musculo, pulmones y riñones, también se presenta hepatomegalia y esplenomegalia. La forma crónica presenta diarrea profusa y de color amarillento, fiebre, inapetencia, lesiones cutáneas características de urticaria. Y por último la forma crónica presenta diarrea amarillenta, en ocasiones llegan a desarrollar necrosis en las orejas y pezuñas, hay inapetencia y pérdida de peso, algunos animales llegan a morir, pero otros se recuperan transformándose en portadores sintomáticos (Flores 1981).

3.5. Tratamientos antimicrobianos sugeridos frente a *Salmonella* spp.

El uso de antibióticos para el tratamiento de *Salmonella* spp., (no typhi) solo se efectúa si hay riesgo de expansión o en grupos de riesgo como lo son niños menores de 5 años, personas con inmunosupresión y ancianos; empleando ampicilina y trimetoprima/sulfametoxazol como antibióticos de primera elección y ciprofloxacina (quinolona) como segunda elección también se emplean solo para niños con toxicidad sistémica cefalosporinas de tercera generación como cefotaxima o ceftriaxona (OPS 2002).

No obstante, debido a la mayor frecuencia de la disminución de la sensibilidad a la ciprofloxacina, el éxito del tratamiento se ha visto comprometido, por lo que ciertos autores han contemplado a las cefalosporinas de tercera generación, como una alternativa para el tratamiento en estos casos (Díaz et al. 2013). Con la aparición de resistencia a este grupo de antibióticos, es necesario el uso de nuevos antibióticos (Saravia 2008).

3.6. Uso de antibióticos en la cría de animales

Los antimicrobianos son fármacos para el bienestar de los animales. En algunos casos, se añaden antimicrobianos a los alimentos y al agua para promover el crecimiento y aumentar la eficiencia alimentaria. Se considera que esta exposición prolongada a dosis bajas de antimicrobianos tiene más probabilidades de dar origen a la aparición de resistencias al antimicrobiano que el tratamiento o la prevención de infecciones en animales productores de alimentos (OMS 2008).

Según el ICA (2014), los antibióticos utilizados en los cerdos de tipo Cefalosporina son Cefalexina y Ceftiofur; los de tipo Quinolonas y Fluoroquinolonas son Acido Oxalínico, Ciprofloxacina, Enrofloxacin y Norfloxacina; las Tetraciclinas utilizadas son Oxitetraciclina, Clortetraciclina y Doxiciclina; los Aminoglucósidos son Estreptomina, Gentamicina, Kanamicina sulfato y Neomicina base; las Aminopenicilinas son Amoxicilina y Ampicilina; y las Sulfonamidas son Sulfaclopiradizina, Sulfadiazina, Sulfadimetilpirimidina, Sulfadoxina, Sulfaguanadina, Sulfametazina, Sulfametoxazol, Sulfamonometoxina, Sulfapirazol, Sulfatiazol sódico y Trimethoprim.

3.7. Susceptibilidad antimicrobiana

Las bacterias pueden adquirir resistencia a los agentes antimicrobianos por eventos genéticos como mutación, conjugación, transformación, transducción y transposición (Cavalieri et al. 2005).

En los últimos 20 años las cepas de *Salmonella* spp., mostraron tener una variada susceptibilidad a la ampicilina, trimetropin sulfa, cloranfenicol, aminoglucósidos y sulfonas lo cual se ha detectado en todo el mundo,

relacionada al menos en parte al potencial que tiene esta bacteria de transferir resistencia horizontal mediada por plásmidos, transposones o integrones (INS 2011).

La tasa de susceptibilidad antimicrobiana difiere entre los serotipos de *Salmonella* spp., por ejemplo, *S. Enteritidis* es más susceptible a los agentes antimicrobianos que *S. Typhimurium* (Su & Chiu 2007).

Tabla 2. Algunos reportes de resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp.

Año	País	Serotipo	Información de resistencia	Origen aislamiento	Referencia
1990	Zelanda	<i>S. Typhimurium</i> dt104	Am, C, S, Sb, Te y A	Carne de cerdo	(Mølbak et al. 1999)
2001-2004	República Checa	<i>S. Typhimurium</i>	Am, C, S, Sb, Te, Amc, Enr y A	Carne de cerdo	(Sisak et al. 2006)
		<i>S. Typhimurium</i>	Am, C, S, Sb, Te, Amc y T/S		
2005	Brasil, Santa Catarina	<i>S. Typhimurium</i>	A, Cfc, Cp, N, Tb	Salchicha de carne de cerdo, crudas	(Spricigo et al. 2008)
		<i>S. Typhimurium</i>	Te y Sb		
2005 - 2006	Canada, (Saskatchewan)	<i>S. Agona</i>	C y T/S	Carne de cerdo	(Mainar et al. 2008)
		<i>S. California</i>	C y Te		
		<i>S. Derby</i>	Am, C, Te, T/S		
		<i>S. Enteritidis</i>	C y T/S		
		<i>S. Give</i>	T/S		
		<i>S. Schwarzengrund</i>	Te		
2011	Colombia	<i>Salmonella</i> spp.	Amc, Am, C, Ffc y Te	Canales de cerdo de plantas de beneficio porcino	(Bermúdez et al. 2013)

Ampicilina (Am), Cloramfenicol (C), Estreptomina (S), Sulfonamida (Sb), Tetraciclina (Te), Ácido nalidíxico (A) Ciprofloxacina (Cp), Trimetropin/ zulfametazona (T/S), Cefaclor (Cfc), Neomicina (N), trobamicina (Tb). Amoxicilina (Amc) y Florfenicol (Ffc).

3.8. Who-net.

Es un Software gratuito desarrollado por el Centro Colaborador de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la Vigilancia de la Resistencia a los antimicrobianos a partir de las bases de datos generadas por el Laboratorio de Microbiología, es usado como herramienta a utilizar en los procesos de notificación al Subsistema Nacional de Vigilancia de Infecciones Asociadas a la atención en Salud (INS 2014).

4. OBJETIVOS:

4.1. Objetivo general

Determinar la susceptibilidad antimicrobiana de aislamientos de *Salmonella* spp., provenientes de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar si hay diferencia de la susceptibilidad antimicrobiana entre los serotipos de *Salmonella* spp., aislados de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina.
- Establecer la distribución geográfica de los serotipos de *Salmonella* spp., aislados en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina entre Antioquia, Valle del Cauca y el Eje cafetero.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Obtención de las muestras

El número total de muestras tomado fue de 1202, las cuales se establecieron basándose en el número de animales beneficiados y despostados aplicando un muestreo estratificado (datos no mostrados debido a la confidencialidad del proyecto con las plantas de beneficio).

Se tomaron muestras en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta de la cadena cárnica porcina; localizadas en Antioquia, Valle del Cauca y el Eje cafetero. Realizando muestreo a canales, superficies, utensilios y carnes. La toma de muestra para los canales fue realizada mediante el método no destructivo; haciendo uso de una plantilla delimitando un área de 100 cm². Las muestras se tomaron en el carrillo, el vientre y la pierna de la canal (figura 1).



Figura 1. Toma de muestra para canales en vientre.

Para la toma de muestra de superficies se tomó una esponja hidratada delimitando mediante una plantilla un área de 100 cm² en cinco puntos distintos (figura 2 y 3). Se tomaron muestra de utensilios como (chaira, cuchillo y sierra) con una esponja hidratada de la parte metálica del utensilio haciendo énfasis en la unión del mango con esta. Para el muestreo de carnes, cada tipo de muestra de carne se escogió del mismo lote, el mínimo por cada muestra fue de 200 gramos los cuales se depositaron en bolsas de muestreo estériles. Una vez tomadas las muestras en cada establecimiento, se procesaron en un tiempo no mayor a 24 horas.



Figura 2. Esponja para muestreo de superficies.



Figura 3. Toma de muestra de superficies.

5.2. Aislamiento y obtención de microorganismos

5.2.1. Aislamiento e identificación de *Salmonella* spp.

El aislamiento se realizó mediante el método horizontal de Ausencia/Presencia ISO 6579 (2002). Inicialmente se hizo un pre-enriquecimiento de las esponjas con las cuales se tomaron las muestras llevando a un volumen final de 50 mL con caldo BHI a media concentración y para las muestras de carne se pesaron 25g de esta y se adicionaron 225ml igualmente de caldo BHI a media concentración (figura 4), incubando a 35°C durante 6 horas; posteriormente se realizó un enriquecimiento inoculando 1ml de las soluciones anteriores en caldo Tetrationate selenito a 35°C y Rappaport a 42°C incubando durante 12 horas (figura 5). Luego se realizó aislamientos en medios selectivos XLD, Sulfito-Bismuto y Hecktoen a 35°C durante 24 horas (figura 6); las colonias con morfología característica de *Salmonella* spp., se aislaron en medio cromógeno *Salmonella* Plus para su confirmación (figura 7, 8, 9 y 10).



Figura 4. Pesaje de la muestra cárnica (25g).



Figura 5. (A) Rappaport, (B) Caldo Tetrionate selenito

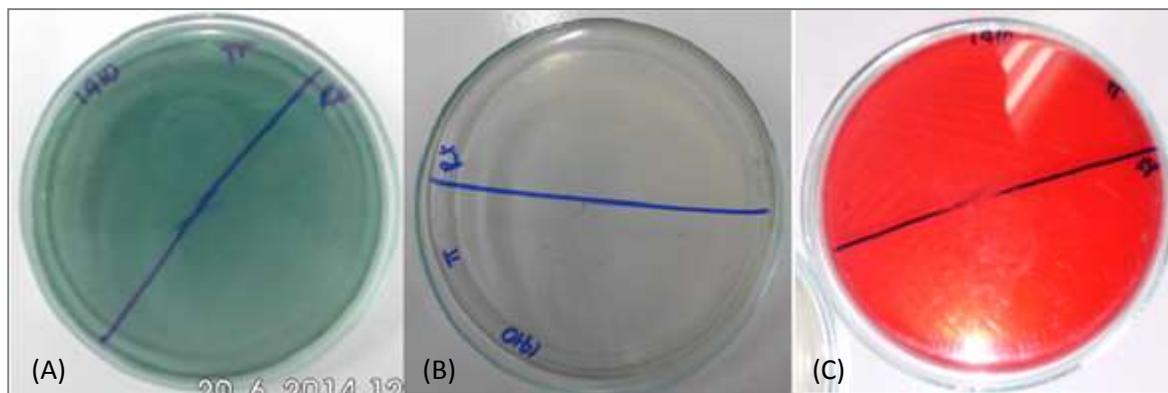


Figura 6. Medios selectivos, (A) Hecktoen, (B) Sulfito bismuto y (C) XLD.



Figura 7. Sulfito bismuto, colonias característica de *Salmonella* spp.



Figura 8. Hecktoen, colonias característica de *Salmonella* spp.

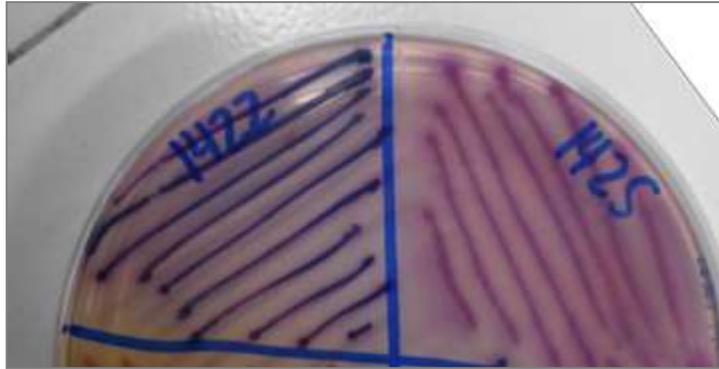


Figura 9. Medio cromógeno *Salmonella* Plus, colonias característica de *Salmonella* spp.

5.2.2. Identificación de serotipos de *Salmonella* spp.

Para la identificación de serotipos de las cepas de *Salmonella* anteriormente aisladas, las cepas se enviaron al laboratorio Unidad de Inocuidad y Calidad del CBB de Corpoica; mediante técnica de antisueros (Brenner et al. 2000).

5.3. Preparación y estandarización del inóculo para prueba de susceptibilidad antimicrobiana

Previamente se aisló cada una de las cepas de *Salmonella* spp., en agar Tripticasa soya (TSA) a 35°C por 24 horas. Posteriormente se realizó un inóculo mediante el sistema de Inoculación Prompt-D siguiendo instrucciones del proveedor (SIEMENS 2008).

5.4. Detección de susceptibilidad antimicrobiana

Para la detección de la resistencia antimicrobiana de las cepas de *Salmonella* spp., aisladas, se utilizó la técnica de microdilución en caldo (CLSI 2014, Andrews 2001), con el sistema MicroScan siguiendo el manual de procedimientos del proveedor (SIEMENS 2011), se utilizó el panel para Gram negativos NUC60, evaluando los siguientes antibióticos utilizados en el tratamiento de salmonelosis: Ampicilia, Cefotaxima, Ceftriaxona, Trimetoprim/sulfametoxazol y Ciprofloxacina. La estadística descriptiva de

los resultados se llevó a cabo mediante el software Whonet 5.6. Como control se utilizó *E. coli* ATCC 25922 (SIEMENS 2011) suministrada por el Cepario de Bacterias de la Pontificia Universidad Javeriana.

6. RESULTADOS

6.1. Aislamiento e identificación de *Salmonella* spp.

El número total de muestras tomadas fueron 1202, de las cuales se pudieron aislar 70 cepas de *Salmonellas* spp., encontrándose una marcada prevalencia del serotipo *S. Typhimurium* con un 70% y *S. Javiana* con un 9%, los diferentes serotipos se muestran en la tabla 3. La prevalencia en cada región de las cepas aisladas se muestra en la figura 10.

Tabla 3. Serotipos de *Salmonellas enterica* aislados de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta de la cadena cárnica porcina.

Serotipo	Numero de aislamientos	Aislamiento <i>Salmonella</i> spp. (%)
S. Typhimurium	49	70
S. Javiana	6	9
S. Derby	4	6
Grupo II	3	4
S. Paratyphi B	2	3
S. Agona	2	3
S. Anatum	2	3
S. Amsterdam	1	1
S. Agama	1	1
Total Salmonella	70	100

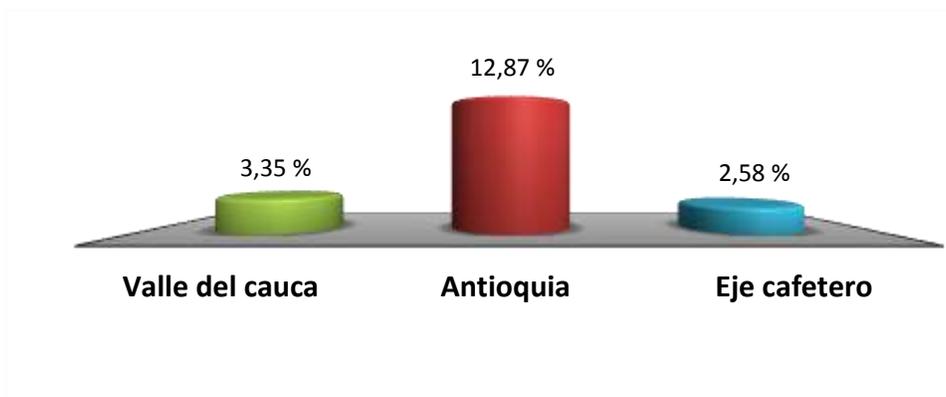


Figura 10. Prevalencia de cepas de *Salmonella* spp., en el Valle del Cauca, Antioquia y Eje Cafetero.

La distribución geográfica de los serotipos de *Salmonella* spp., aislados de Antioquia, Valle del Cauca y Eje cafetero se muestran en la figura 11, figura 12 y figura 13 respectivamente. La prevalencia de los aislamientos de *Salmonella* spp., por establecimiento se muestran en la figura 14, encontrando un 6.17% en plantas de Beneficio, 4,83% en plantas de desposte y un 6% para puntos de venta. En la figura 15 se muestra la distribución de los serotipos de aislamientos de *Salmonella* spp., para cada establecimiento.

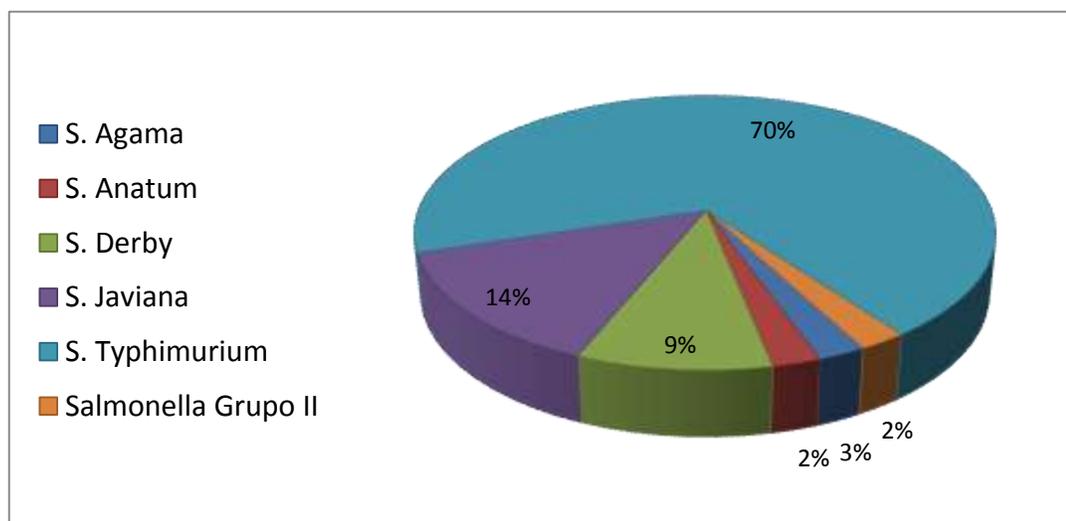


Figura 11. Distribución de los serotipos de *Salmonella* spp., aislados en la región de Antioquia.

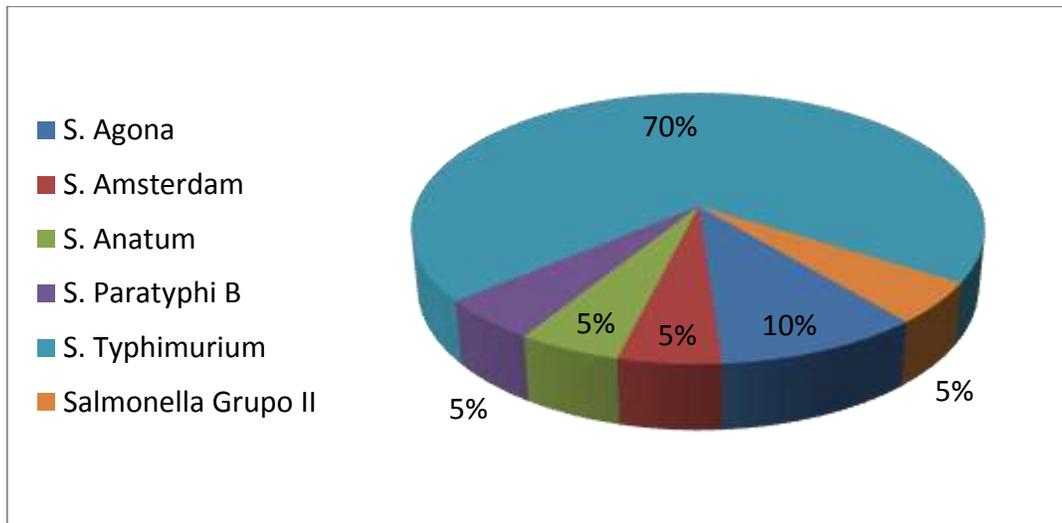


Figura 12. Distribución de los serotipos de *Salmonella* spp., aislados en la región del Valle del Cauca.

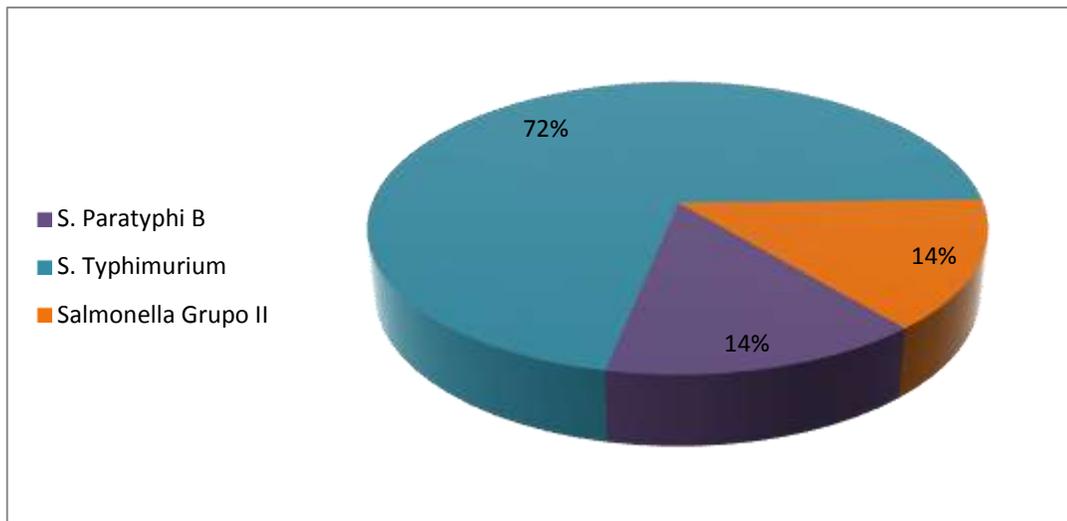


Figura 13. Distribución de los serotipos de *Salmonella* spp., aislados en la región del Eje Cafetero.

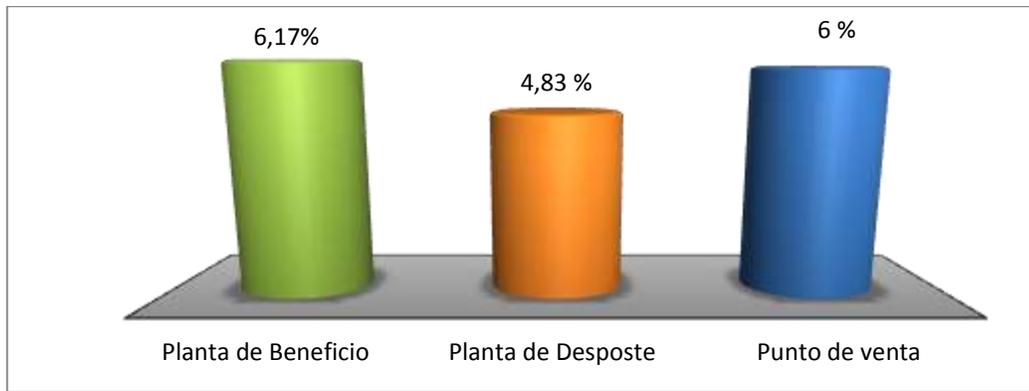


Figura 14. Prevalencia de los aislamientos de cepas de *Salmonella* spp., en Planta de beneficio, Planta de desposte y Punto de venta.

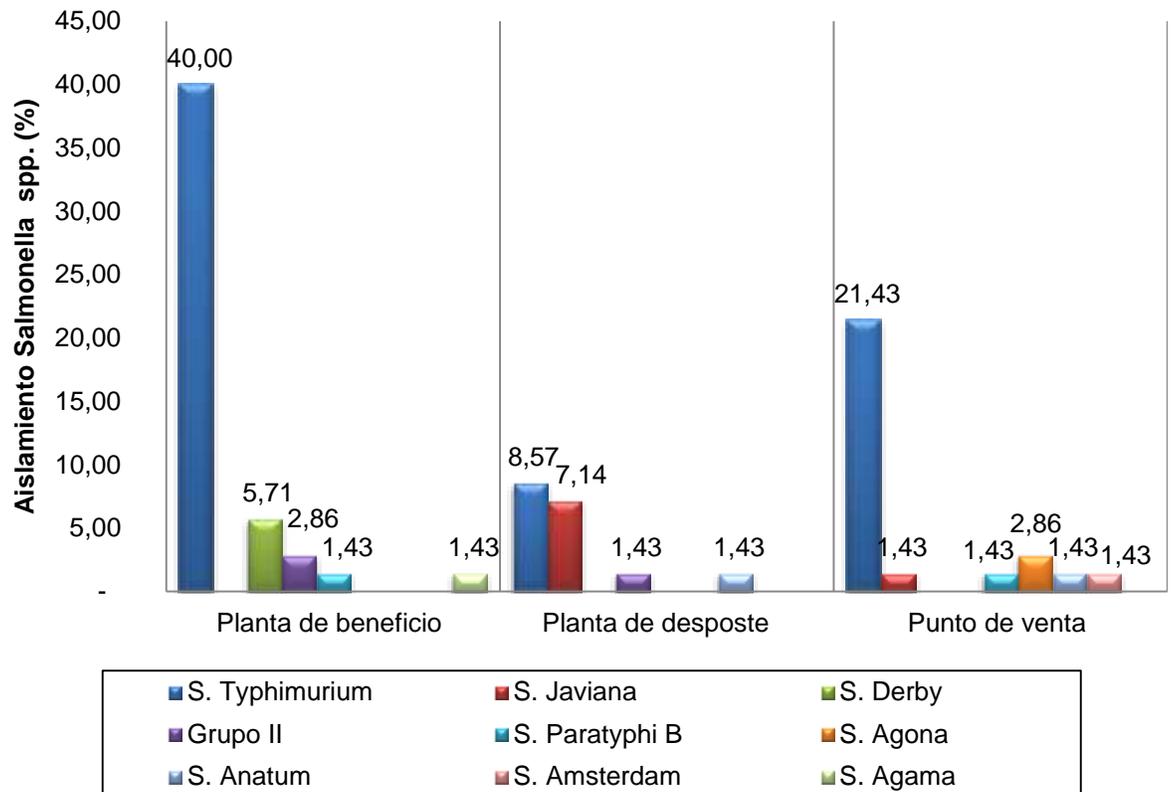


Figura 15. Distribución de los serotipos de aislamientos de *Salmonella* spp., para cada establecimiento. Planta de beneficio, Planta de desposte y Punto de venta.

Frente al origen de la muestra, las *Salmonella* spp., fueron aisladas en mayor porcentaje de canales y carnes con un 43% y 31% respectivamente; en utensilios como cuchillos y sierras se encontró un 9% para cada uno y en menor proporción para la chaira 2%; en superficies se encontró un 4% para mesón y 1% en paredes; y en guantes se encontró 1%; estos resultados se muestran en la figura 16. La Distribución en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta del porcentaje de *Salmonellas* spp., aisladas por origen de muestra, se muestra en la figura 17.

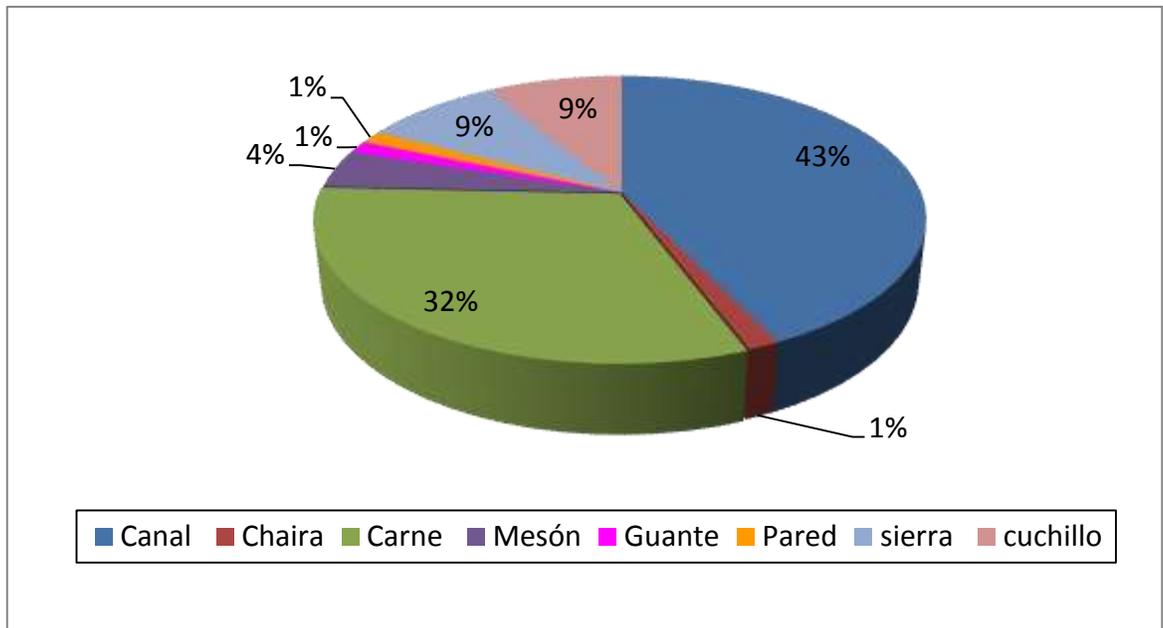


Figura 16. Porcentaje de *Salmonellas* spp., aisladas por origen de muestra.

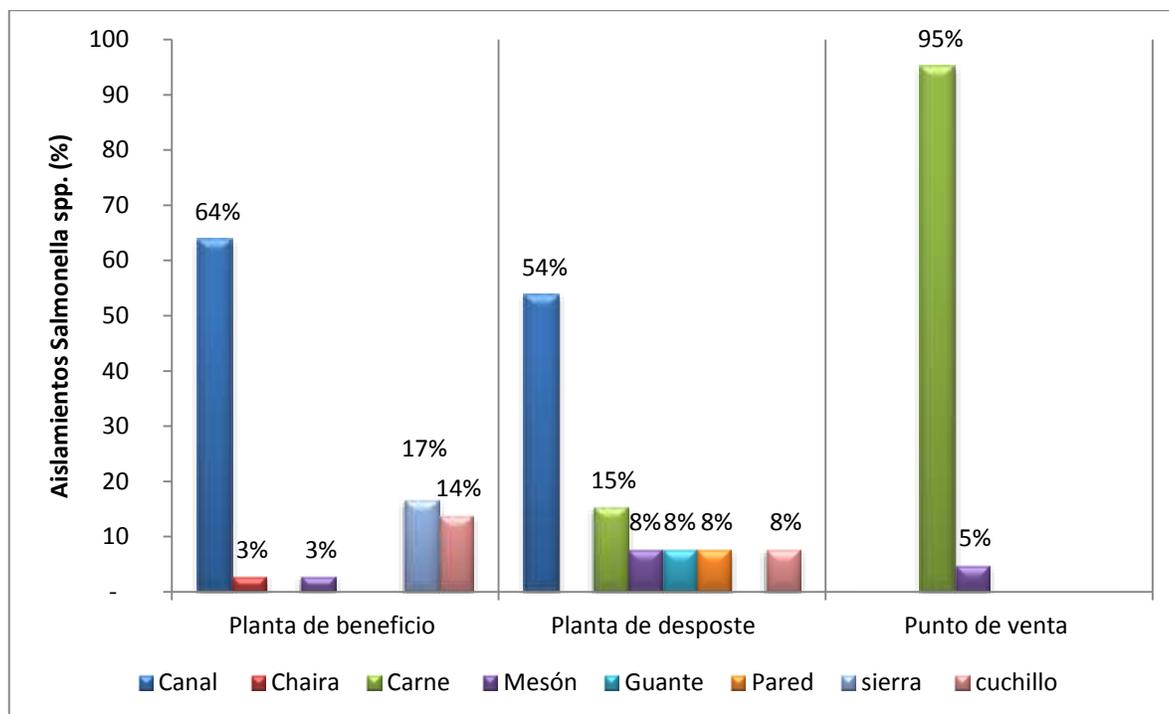


Figura 17. Distribución del porcentaje de *Salmonellas* spp., en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta, aisladas por origen de muestra.

6.2. Susceptibilidad antimicrobiana

Los patrones de susceptibilidad antimicrobiana frente a Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT) realizados a los aislamientos de *Salmonella* spp. y empleados como elección primaria y secundaria en el tratamiento contra salmonelosis, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Patrón susceptibilidad antimicrobiana de Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).

Antibiótico	Puntos de corte	%R	%I	%S	%R 95%I.C.	CIM ₅₀	CIM ₉₀	Rango de CIM
CRO	S<=1 R>=4	1,6	1,6	96,9	0.1-9.6	1	1	1 - 8-
CTX	S<=1 R>=4	1,6	0	98,4	0.1-9.6	1	1	1 - 8-
AMP	S<=8 R>=32	6,2	0	93,8	2.0-16.0	8	8	8-32
CIP	S<=1 R>=4	3,1	6,2	90,6	0.5-11.8	1	1	1 - 4-
SXT	S<=2 R>=4	14,1	0	85,9	7.0-25.6	2	4	1 - 4-

El mayor porcentaje de resistencia antimicrobiana lo presenta Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 14,1% de las cepas seguido de Cefotaxima con un 9,4% y Ampicilina en un 6,2% (tabla 4), toca tener en cuenta que los rangos intermedios fueron considerados como resistentes. Los patrones de susceptibilidad (tabla 5), muestran multiresistencia frente a tres antibióticos, Cefotaxima, Ciprofloxacina y Trimetoprima/Sulfametoxazol, en dos cepas de *S. Derby*; seguido por *S. Typhimurium* y *S. Derby* las cuales cada una muestra un patrón de susceptibilidad frente a dos antibióticos Ciprofloxacina, Trimetoprima/Sulfametoxazol y Ampicilina, Trimetoprima/Sulfametoxazol respectivamente.

Tabla 5. Patrones de resistencia a Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).

Serotipo	Numero de cepas	Patrón
S. Derby	2	CTX, CIP y SXT
S. Derby	1	CIP y SXT
S. Derby	1	AMP y SXT
S. Typhimurium	1	CIP y SXT
S. Typhimurium	4	SXT
S. Typhimurium	3	AMP

Serotipo	Numero de cepas	Patrón
S. Typhimurium	1	CRO
S. Javiana	1	CRO
S. Javiana	1	CIP
S. Typhimurium	1	CIP
Salmonella Grupo II	1	CIP
Salmonella Grupo II	1	SXT
S. Javiana	1	SXT

Igualmente se graficó la distribución de MICs para los antibióticos de primera elección Trimetoprima/Sulfametoxazol y Ampicilina (Figura 18), de segunda elección Ciprofloxacina y Cefotaxima (Figura 19) y los empleados en el tratamiento para toxicidad sistémica en niños Ciprofloxacina y Ceftriaxona (Figura 20). En estas gráficas se puede observar en cada eje los rangos de concentraciones de los antibióticos estudiados donde las cepas son sensibles, intermedias o resistentes; donde a concentraciones mayores se encuentran cepas con resistencia a los dos antibióticos estudiados.

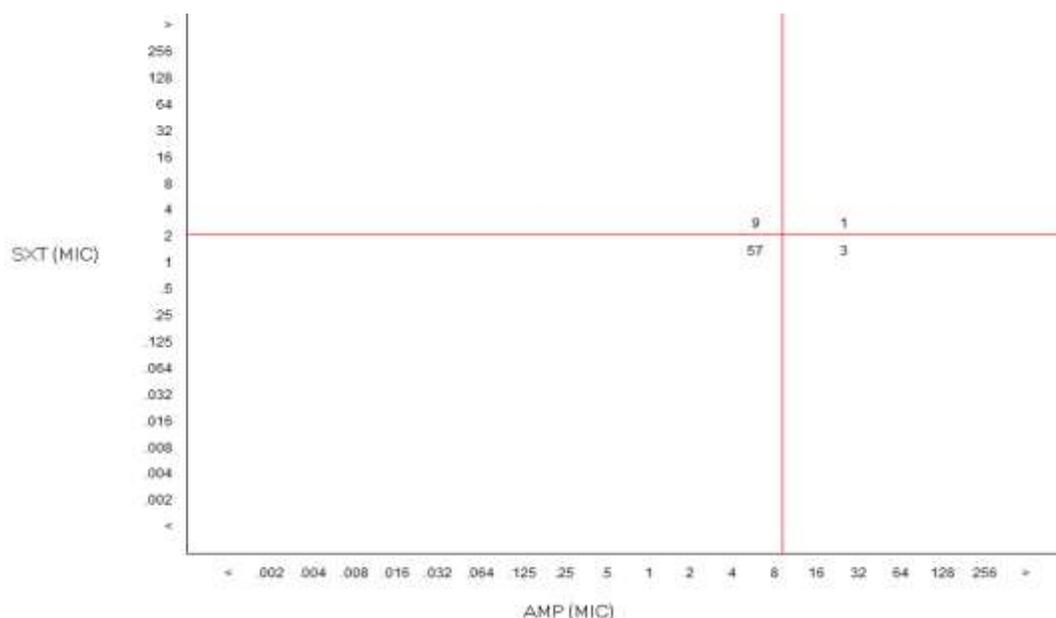


Figura 18. Gráfico de dispersión (Whonet 5.6.) Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT) vs Ampicilina (AMP) medicamentos empleados en el tratamiento de primera elección.

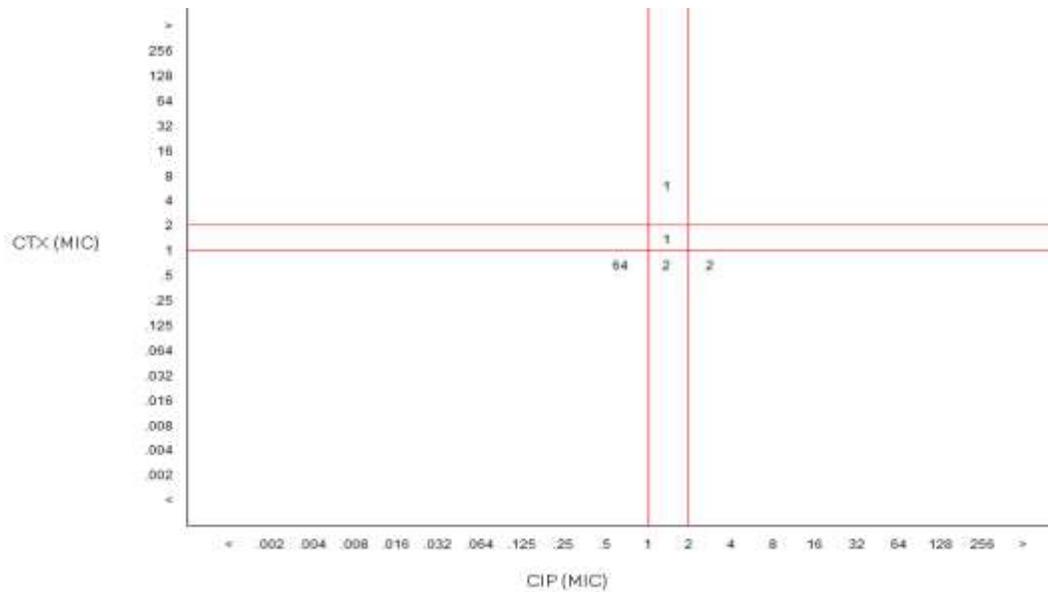


Figura 19. Gráfico de dispersión (Whonet 5.6.) Ciprofloxacina (CIP) vs Cefotaxima (CTX) medicamentos empleados en el tratamiento de segunda elección.

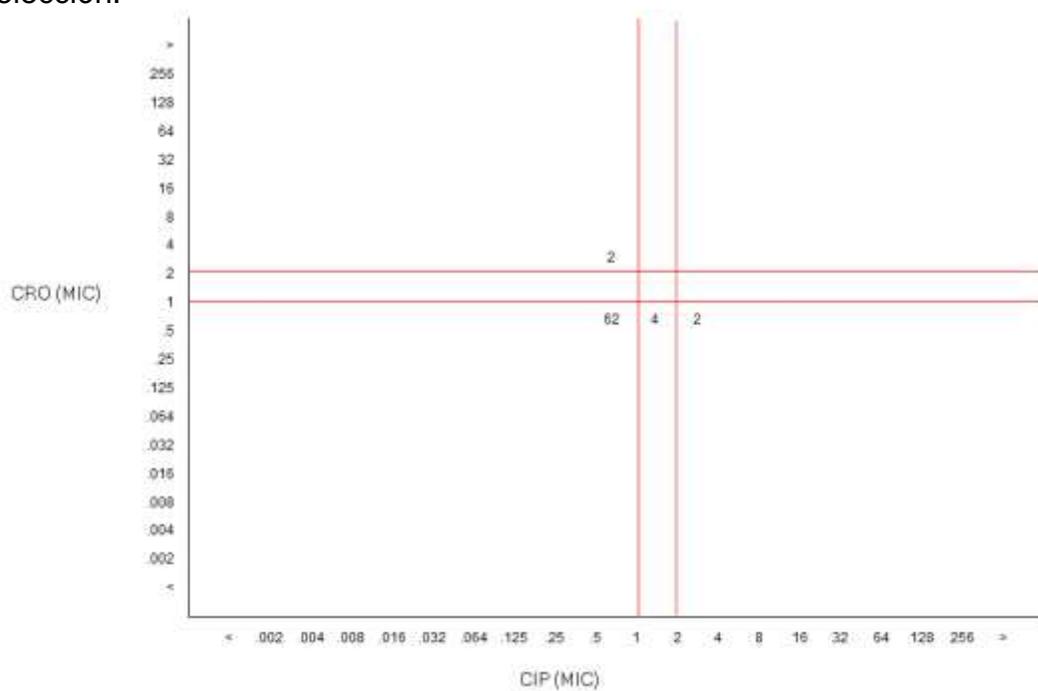


Figura 20. Gráfico de Whonet 5.6. Ciprofloxacina (CIP) vs Ceftriaxona (CRO) medicamentos empleados en el tratamiento de segunda elección utilizado para niños con toxicidad sistémica.

La diferencia entre la susceptibilidad antimicrobiana entre los serotipos de *Salmonella* spp., aislados de plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina se muestran en la tabla 6; donde se aprecia que las cepas que presentan multi-resistencia pertenecen principalmente a las plantas de beneficio. Se observa una prevalencia frente a la resistencia a Trimetoprima/Sulfametoxazol entre las cepas de *S. Typhimurium* aisladas en plantas de beneficio y desposte. El 32% de las *Salmonellas* spp., aisladas de plantas de beneficio presentan resistencia a algún antibiótico, para las plantas de desposte se presenta un 23% de cepas resistentes y por último un 17% de cepas son resistentes en puntos de venta.

Tabla 6. Multiresistencia de cepas de *Salmonella* spp-

Lugar	<i>Salmonella</i> spp. Aisladas/ total de muestras	Serotipo	No. cepas resistentes (No. Cepas aisladas)	Patrón
Planta de Beneficio	36/(583)	S. Derby	2 (4)	SXT, CTX, CIP
		S. Derby	1 (4)	AMP, SXT
		S. Typhimurium	3(28)	SXT
		S. Typhimurium	1(28)	CRO
		S. Typhimurium	1(28)	CIP
		Grupo II	1(2)	SXT
		S. Paratyphi B	0(1)	
		S. Agama	0(1)	
Planta de Desposte	13/(269)	S. Typhimurium	1(6)	CIP, SXT
		S. Typhimurium	1(6)	SXT
		S. Javiana	1(5)	CIP
		S. Javiana	1(5)	CRO
		Grupo II	1(1)	CIP
		S. Anatum	0(1)	
Punto de venta	23/(350)	S. Typhimurium	3(15)	AMP
		S. Javiana	1(1)	SXT
		S. Paratyphi B	0(1)	
		S. Agona	0(2)	
		S. Anatum	0(1)	
		S. Amsterdam	0(1)	

Ceftriaxona (CRO), Cefotaxima (CTX), Ampicilina (AMP), Ciprofloxacina (CIP) y Trimetoprima/Sulfametoxazol (SXT).

Se obtuvo que el porcentaje de resistencia en la región de Antioquia fue de 42%, para el Valle del Cauca 20% y para el Eje Cafetero 14%; las diferentes porcentajes para cada antibiótico estudiado por región se muestran en la figura 21.

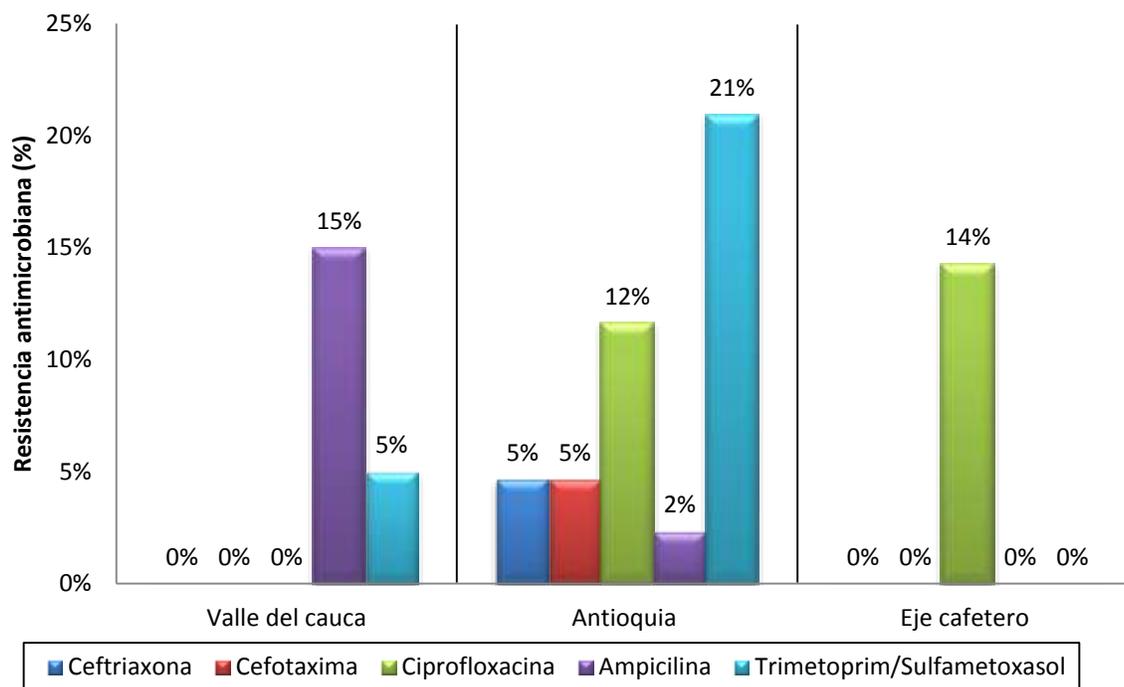


Figura 21. Prevalencia de la resistencia a antibióticos en Valle del Cauca, Antioquia y Eje Cafetero.

7. DISCUSIÓN

En este estudio la prevalencia de *Salmonella* spp., fue de 5,82% (70/1202) donde para plantas de beneficio equivale a un 6.17% (36/583), para plantas de desposte a 4,83% (13/269) y para puntos de venta un 6% (21/350). Estudios realizados en Colombia reportan valores similares como 4.9% (25/507) en carnes de cerdo y ambientes (Arcos *et al.* 2013), como también en Bogotá se ha encontrado una mayor incidencia siendo del 27.2% (47/173) en jugos cárnicos de porcinos en plantas de beneficio (Mora 2003), y 37,8% en canales porcinas (Mejia 2007).

Se puede observar que la prevalencia de *Salmonella* spp., en la industria porcina en Colombia, ha disminuido, ya que en años anteriores al 2010 se han reportado prevalencias de hasta un 40%, presentándose una notable disminución en los últimos años, como las encontradas en este estudio; esto podría ser debido a que la industria porcina nacional ha experimentado un gran desarrollo, donde varias empresas han invertido en el desarrollo tecnológico y han mejorado sus prácticas de desinfección y limpieza (Moreno et al. 2012).

El 70% de las cepas de *Salmonella* spp., aisladas corresponden al serotipo Typhimurium, seguido en un 9% de Javiana, 4% Derby, 3% para Paratyphi B, Agona y Anatum, y 1% para los serotipos Amsterdam y Agama; la distribución de los serotipos concuerda con los resultados obtenidos por Mejía (2007) en canales porcinas muestreadas en Bogotá, quien reportó una mayor prevalencia de Typhimurium en un 47%, seguido de Derby 14% y Agona en un 10%; a diferencia de Durango et al. (2004), quien aisló serotipos de diferentes alimentos en la Costa Atlántica siendo el más prevalente Anatum 25,5% y Newport 12,8%, seguido de Typhimurium en un 8,5%, lo que sugiere que los serotipos aislados por estos autores provienen de otro tipo de alimentos.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado en estudios realizados en otros países como República Checa, donde se aislaron 126 cepas de *Salmonella* spp., de carne de cerdo y canales de sacrificio de las cuales el 59% pertenecieron a *S. Typhimurium* (Sisak et al. 2006). También en Brasil, Spricigo et al. (2008) en un análisis de salchichas de cerdo encontraron que el serotipo más prevalente era *S. Typhimurium* en un 43,7%.

Estos resultados concuerdan con Kingsley & Bäumlér (2000) quienes afirman que entre los serotipos más prevalentes en cerdos se encuentra *S. Typhimurium* y *S. Derby*. Se reporta que *S. Typhimurium* tiene gran habilidad de invadir rápidamente la mucosa intestinal alcanzando los

nódulos linfáticos en un corto periodo de tiempo, convirtiéndose de esta forma en una bacteria de fácil diseminación (Figuroa & Rodriguez 2005), mostrando una mayor prevalencia frente a otros serotipos.

Entre la distribución de los serotipos de aislamientos de *Salmonella* spp., para cada establecimiento se puede ver que en plantas de beneficio hay una mayor prevalencia del serotipo Typhimurium y Derby en comparación a plantas de desposte y puntos de venta; debido a que la principal fuente es la canal de cerdo (Kingsley & Bäumler 2000, Valdezate et al. 2005). Lo anterior se puede corroborar con lo publicado por Gebreyes et al. (2004) quien reporta una relación entre la prevalencia de los serotipos de *Samonella* spp., en las granjas porcinas y el aislamiento de la misma en la canal.

Para plantas de desposte y puntos de venta se aisló aparte del serotipo Typhimurium y Javiana, serotipos como Anatum, Amsterdam, Agona y Agama, siendo estos serotipos reportados mayormente en otro tipo de carne como en aves y bovinos (RASFF 2010), los factores que podrían asociarse con esta situación están relacionados con el ingreso de canales bovinas, así como aves, generando contaminación cruzada. Estos resultados se pueden corroborar con lo reportado por (Aragaw et al. 2007, Letellier et al. 2009), quienes mencionan que no siempre se asocia los serotipos aislados de *Samonella* spp., en canales a los serotipos encontrados en porcinos sacrificados tratados en estos mismos canales, lo cual puede atribuir que el foco de contaminación de canales puedan también ser otros factores diferentes a los cerdos, como insectos, operarios o utensilios con los que se manejen otro tipo de carnes.

De las cepas de *Salmonella* spp., aisladas por origen de muestra se encontró que el mayor porcentaje fue en un 43% de canal, seguido de 31% en carnes, corroborando que el principal punto de contaminación de *Salmonella* spp., son los cerdos, que como ya se nombro es reservorio de esta bacteria; se encontró que el 19% de los aislamientos de *Salmonella*

spp., fueron de utensilios (chaira, sierra y cuchillo), los cuales se muestrearon justamente después de su desinfección, lo que indica que las prácticas de desinfección a utensilios no está siendo efectiva, pudiendo ser estos una fuente de contaminación cruzada de *Salmonella* spp. En Colombia Arcos & Mora (2013) reportan porcentajes similares aislando el 56% en canales, 12% en cuchillos, ganchos y sifón, y 8% para pisos.

Para la distribución de los serotipos aislados en las tres regiones del país muestreadas, se encontró que los serotipos mayormente asociados a cerdos como *S. Derby*, *S. Javiana* y *S. Typhimurium*, se presentan en la región de Antioquia (figura 11); a diferencia del Valle del Cauca donde se encontraron serotipos mayormente asociados a aves y bovinos como *S. Agona*, *S. Amsterdam*, *S. Anatum* (figura 12); y en el Eje Cafetero se encontró *S. Paratyphi B*, *S. Typhimurium* y *Salmonella* del Grupo II (figura 13).

Frente a la resistencia antimicrobiana en este estudio se encontró un mayor porcentaje para Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 14,1%, seguido de Ciprofloxacina 9,4%, Ampicilina 6,2%, Ceftriaxona 3,1% y Cefotaxima 1,6% (tabla 4) de las 70 cepas de *Salmonella enterica* aisladas.

En Antioquia las resistencias encontradas para cada antibiótico fueron; Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 21%, seguido de Ciprofloxacina 12%, 5% para Ceftriaxona como Cefotaxima y 2% para Ampicilina (figura 21). Comparado frente a el estudio realizado por Sanchez et al. (2008), donde se analizó la susceptibilidad en *Salmonella* spp., aisladas de diferentes puntos de esta región, durante el periodo del 2002 al 2003, reportando una resistencia de 39,6% frente a Ampicilina y 26,4% frente a Trimetoprima/Sulfametoxazol, se podría decir que la resistencia a Ampicilina ha disminuido paulatinamente en la región durante estos doce años, periodo del 2002 al 2014, posiblemente asociado a un mejor manejo en los medicamentos veterinarios por parte de los productores.

Entre los estudios realizados en Colombia no se encontró registro de la evaluación de resistencia frente a antibióticos como Ceftriaxona y Cefotaxima. En el país se han hecho diferentes reportes de susceptibilidad antimicrobiana frente a *Salmonella* spp., en Tolima Arcos et al. (2013) reportan una prevalencia en la resistencia a Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 12% y Ampicilina en un 4%. En la Costa Atlántica se reporta una resistencia a Sulfonamidas del 12% por cepas de *Salmonella* spp., aisladas de diferentes alimentos (Durango et al. 2004); siendo estos resultados similares a los obtenidos en este estudio. En Bogotá, Mejía (2003), reporto en cepas aisladas de plantas de beneficio porcino una resistencia de 69% a Ciprofloxacina, 36% Trimetoprima/Sulfametoxazol y 38% para Ampicilina. Y por último Vergara et al (2002) reportan resistencias en cepas de *Salmonella* spp., aisladas de diferentes partes de Colombia (Cartagena, Popayán, Bogotá y Florencia) de 48% para Ampicilina y 25% para Trimetoprima/Sulfametoxazol, estos resultados difieren de los obtenidos, pudiendo ser por que presentan más de 10 años de diferencia entre los estudios, lo cual puede generar esta diferencias; además el método utilizado en los estudios reportados es de difusión en agar (Kirby-Bauer), los cuales presentan diferentes limitaciones pudiendo causar una variabilidad en los datos reportados a comparación del método utilizado para este estudio, concentración mínima inhibitoria, el cual es más estable (Andrews 2001).

Entre los antibióticos reportados por el ICA en Colombia los cuales son suministrados a los cerdos en diferentes tratamientos, se encuentran el Trimetoprima/Sulfametoxazol, Ciprofloxacina y Ampicilina, los cuales son empleados en el tratamiento para salmonelosis en humanos (OPS 2002), y en este estudio se puede observar complementario a lo anterior que hay una mayor resistencia frente a estos tres antibióticos 14,1%, 9,4% y 6,2% respectivamente (tabla 4). Los antibióticos Ceftriaxona y Cefotaxima son cefalosporinas no empleados en cerdos, pero si se emplean otro tipo de

cefalosporinas las cuales pueden estar induciendo la resistencia frente a estos dos antibióticos.

El antibiótico Trimetoprima/Sulfametoxazol el cual se encontró en un 14,1% de las *Salmonellas* aisladas, surge y se disemina principalmente por la captación de un nuevo material genético transferible (plásmidos) (Foley & Lynne 2008), motivo por el cual se puede ver una mayor prevalencia a la resistencia por este medicamento.

Se encontró que el 9.4% de las cepas fueron resistentes a Ciprofloxacina, según Gutiérrez et al. (2008), la resistencia a este medicamento está relacionada al suministro de Enrofloxacin en el tratamiento y profilaxis de infecciones en cerdos; en Colombia según el ICA se administran a cerdos Ciprofloxacina como también Enrofloxacin, pudiendo así generarse esta resistencia.

En *Salmonella* spp., la resistencia a las fluoroquinolonas como Ciprofloxacina se da principalmente por mutaciones en el genoma bacteriano (Threlfall et al. 1997) y no por transferencia de plásmidos.

El 6,2% de las cepas aisladas son resistentes a Ampicilina, este antibiótico es una aminopenicilina y su resistencia está dada por transferencia de plásmidos (Rivera et al. 2012). Principalmente se da por la acción de enzimas β -lactamasas que según Aarestrup et al. (2004) son capaces de degradar la estructura química de los agentes antimicrobianos, los genes que codifican para muchas de las β -lactamasas son llevadas en diferentes plásmidos en cepas de *Salmonella* spp (Foley & Lynne 2008).

La resistencia observada para los antibióticos tipo Cefalosporinas como son Ceftriaxona y Cefotaxima en este estudio, se puede atribuir a la producción de enzimas β -lactamasas (Aarestrup et al. 2004), de amplio espectro las cuales están siendo inducidas por otro tipo de cefalosporinas como Cefalexina y Ceftiofur que se emplean en cerdos. También se puede

desarrollar este tipo de resistencia al transferir el gen de las enzimas β -lactamasas mediante plásmidos o bacteriófagos (Foley & Lynne 2008).

La resistencia a la Ceftriaxona (3,1%) debe mirarse con extremo cuidado, ya que es el antibiótico de elección para el tratamiento de la salmonelosis severa en niños menores de 16 años, reportándose que más de una cuarta parte de las infecciones por *Salmonella* ocurren en niños menores de 10 años (Foley & Lynne 2008).

Frente a las diferencias de susceptibilidad antimicrobiana dadas para cada establecimiento, se encontró que los serotipos aislados en las plantas de beneficio son menos susceptibles a los medicamentos de primera y segunda elección en tratamientos en humanos, que en comparación con las plantas de desposte y puntos de venta (tabla 6); encontrando que todas las cepas con multi-resistencia en este estudio fueron aisladas de plantas de beneficio.

Se puede observar que de las 23 cepas aisladas en puntos de venta, tres cepas presentan resistencia frente a Ampicilina y una frente a Trimetoprima/sulfametoxazol, siendo esto importante ya que las carnes de estos establecimientos son los que obtendrán los diferentes consumidores, pero aunque estas cepas presentan resistencia, es significativo rescatar que no son resistentes a medicamentos como los empleados en el tratamiento de segunda elección, ni tampoco en los empleados para niños con toxicidad sistémica, lo que causaría un mayor fracaso en el tratamiento de salmonelosis. También es importante resaltar que a comparación de plantas de beneficio y desposte, en los puntos de venta el porcentaje de cepas aisladas con resistencia es menor y no presentan resistencia a más de un antibiótico.

En las plantas de beneficio se aisló una cepa *S. Derby* con resistencia a Ampicilina y Trimetoprima/Sulfametoxazol, y dos cepas *S. Derby* con multi-resistencia frente a Trimetoprima/Sulfametoxazol, Cefotaxima y Ciprofloxacina; en plantas de desposte se aisló una cepa de serotipo

Typhimurium con resistencia a Trimetoprima/Sulfametoxazol y Ciprofloxacina. Estas resistencias pueden asociarse a que la contaminación en este lugar está dada mayoritariamente a cepas provenientes de cerdos (Borch en el 1996), estos animales han podido ser tratados con diferentes antibióticos que puedan ser causantes de generar este tipo de resistencias en las diferentes cepas y se presente diseminación de este tipo de resistencias de manera horizontal mediada por elementos genéticos como plásmidos (Foley & Lynne 2008).

Estos resultados concuerdan con lo descrito en Canadá, donde se reporta una cepa *S. Derby* aislada de carne de cerdo que presenta multi-resistencia a Ampicilina, Trimetoprima/sulfametoxazol, Cloramfenicol y Tetraciclina, (Mainar et al. 2008); también en Venezuela Mejía et al (2008) reportan patrones de resistencia a diferentes antimicrobianos de cepas de *Salmonella* spp., aisladas en granjas de cerdos encontrando que el mayor porcentaje se presenta frente a sulfamidas como en este estudio, y también reporta que el 30% de las cepas mostraron multi-resistencia, siendo el patrón más frecuente Ampicilina, Sulfamidas y Tetraciclina. Es importante resaltar que en este estudio no se aislaron cepas de *Salmonella* spp., resistentes a más de tres antibióticos como *S. Typhimurium* fagotipo DT104, que presenta resistencia a por lo menos cinco antibióticos (Besser et al. 2000).

8. CONCLUSIONES

- En este estudio de 1202 muestras se aisló 70 cepas de *Salmonella* spp., donde los serotipos más prevalentes fueron en un 70% *S. Typhimurium*, 9% *S. Javiana* y 6% *S. Derby*.
- Se determinó una prevalencia de cepas de *Salmonella* spp., para plantas de beneficio de 6,17% (36/583), para plantas de desposte 4,83% (13/269) y para puntos de venta 6% (21/350).
- Se estableció la distribución geográfica de los serotipos de *Salmonella* spp. aislados, encontrando en el Valle del Cauca *S. Agona*, *S. Amsterdam*, *S.*

Anatum y *S. Paratyphi B*; en Antioquia *S. Anatum*, *S. Agama*, *S. Derby* y *S. Javiana*; en el Eje cafetero *S. Paratyphi B*; y en común para las tres regiones *S. Typhimurium* y *Salmonella* Grupo II.

- Se estableció que el mayor porcentaje de resistencia antimicrobiana es presentado frente a Trimetoprima/Sulfametoxazol en un 14,1%, seguido de Cefotaxima con un 9,4% y Ampicilina en un 6,2%.
- Se encontraron cepas con multiresistencia únicamente en plantas de beneficio, de serotipo Derby frente a tres antibióticos Cefotaxima, Ciprofloxacina y Trimetoprima/Sulfametoxazol, y una cepa de *S. Derby* con resistencia a Ampicilina y Trimetoprima/Sulfametoxazol.
- Se aisló en plantas de desposte una cepa *S. Typhimurium* con resistencia a Ciprofloxacina y Trimetoprima/Sulfametoxazol.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar programas de capacitación frente al buen uso de antibióticos en diferentes granjas porcinas durante la crianza de los animales.
- Hacer un mejor control en los diferentes establecimientos de las prácticas de desinfección de utensilios.
- Realizar campañas de promoción y prevención en el consumo de alimentos con riesgo de tener presencia de *Salmonella* spp., capacitando en especial la población de alto riesgo como personas inmunosuprimidas, niños y ancianos, sobre los métodos adecuados de cocción de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aarestrup FM, Hasman H, Olsen I, Sorensen G (2004) International spread of bla(cmy-2)-mediated cephalosporin resistance in a multiresistant *Salmonella enterica* serovar Heidelberg isolate stemming from the importation of a boar by Denmark from Canada. *Antimicrob Agents Chemother.* 48:1916–1917
2. Andrews J (2001) Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of antimicrobial chemotherapy* 48(1):5-16
3. Aragaw K, Molla B, Muckle A, Cole L, Wilkie E (2007) The characterization of *Salmonella* serovars isolated from apparently healthy slaughtered pigs at Addis Ababa abattoir, Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine Journal* 82: 252-261.
4. Arcos EC, Mora L, Fandino LC, Rondo IS (2013) Prevalencia de *Salmonella* spp. en carne porcina, plantas de beneficio y expendios del Tolima. *Orinoquia* 17(1):59-68
5. Bermúdez PM, Rincón SM, Suárez MC (2013) Evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* spp. aisladas del beneficio porcino en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 32(1): 88-94
6. Besser TE, Goldoft M, Pritchett LC, Khakhria R, Hancock DD, et al (2000) Multiresistant *Salmonella* Typhimurium DT104 infections of humans and domestic animals in the Pacific Northwest of the United States. *Epidemiol Infect* 124:193-200
7. Brenner FW, Villar RG, Angulo FJ, Swaminathan (2000) *Salmonella* nomenclature. *Journal of Clinical Microbiology* 38(7) 2465-2467
8. Cavalieri SJ, Harbeck RJ, McCarter YS, Ortez JH, Rankin ID (2005) Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana. *American Society for Microbiology* pp 242
9. CLSI document M100-S17, Clinical and laboratory standards institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing;

Seventeenth informational supplement (2014) Clinical and laboratory standards institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania, pp 182

10. COIPARS (2014) programa colombiano de vigilancia integrado de la resistencia antimicrobiana, consultado junio 15 del 2014 www.coiparsamr.wix.com.
11. Díaz MA, Díaz PL, Rodríguez EC, Montaña LA, Gartner DM, et al. (2013) Brote de Salmonella Enteritidis resistente a ácido nalidixico en Popayán, Cauca, 2011. *Biomédica* 33:62-69
12. Durango J, Arrieta G, Mattar S. (2004) Presencia de Salmonella spp. en un área del Caribe Colombiano: un riesgo para la salud pública. *Instituto de investigaciones biológicas del trópico*. 24:89-96.
13. Evangelopoulou G, Kritas S, Govaris A, Burriel AR (2013) Animal salmonellosis: A brief review of "Host Adaptation and Host Specificity" of *Salmonella* spp. *Veterinary World* 6(10): 703-708
14. Fauci A, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL et al. (2009) Harrison principios de medicina interna. *The McGraw-Hill companies México*, pp 569- 570
15. Figueroa IM, Rodriguez AV (2005) mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella* sp. *Revista latinoamericana de microbiología* 47(2) :25-42
16. Flores R. (1981) Epizootiología de la salmonelosis en bovinos, porcinos y aves. *Ciencia Veterinaria* 3:147-175
17. Foley SL, Lynne AM (2008) Food animal-associated *Salmonella* challenges: Pathogenicity and antimicrobial resistance. *Journal of animal science*. 86(14):173-187
18. Gebreyes WA, Davies PR, Turkson PK, Morrow WE, Funk JA, Altier C, Thakur S (2004) Characterization of antimicrobial-resistant phenotypes and genotypes among *Salmonella* enterica recovered from pigs on farms, from transport trucks, and from pigs after slaughter. *Journal Food Prot* 67: 698-705

19. Gutiérrez M, Granda A & Bonachea H (2008) determinación de la sensibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella entérica subsp. entérica*, aisladas de alimentos. *Revista Cubana De Ciencias Veterinarias* 31(2): 15-19
20. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2014) Antimicrobianos registrados para uso en medicina veterinaria. Bogotá D.C pp 5
21. Instituto Nacional De Salud INS (2014) Manejo del Software Whonet para la vigilancia de resistencia a los antimicrobianos. Proceso Vigilancia Y Análisis Del Riesgo En Salud Publica, pp 81
22. Instituto Nacional De Salud INS (2011) Perfil de riesgo *Salmonella* spp. (no tifoideas) en pollo entero y en piezas. Bogotá D.C. pp 137
23. ISO 6579 (2002) Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp.
24. Kingsley RA and Bäumler AJ (2000) Host adaptation and the emergence of infectious disease: the *Salmonella* paradigm. *Molecular Microbiology* 36:1006–1014
25. Lake R, Hudson A, Cressey P (2002) Risk profile: *Salmonella* (non typhoid) in poultry (Whole and Pieces). *Institute of Environmental Science & Research Limited*, pp 63
26. Letellier A, Beauchamp G, Guévremont S, D'allaire S, Hurnik D, Quessy S (2009) Risk Factors at Slaughter Associated with Presence of *Salmonella* on Hog Carcasses in Canada. *Journal Food Protection* 72(11): 2326-2331
27. Mainar-Jaime RC, Atashparvar N, Chirino-Trejo M, Rahn K (2008) Survey on *Salmonella* prevalence in slaughter pigs from Saskatchewan. *The Canadian Veterinary Journal* 49(8):793-796
28. Mejia DC (2007) Aplicación de métodos microbiológicos en planta de beneficio para la detección de *Salmonella* spp. en canales porcinas. (Trabajo de grado) Pontificia universidad javeriana.
29. Mejia W, Marquez D, Zapata D, Quintero A, Sánchez D, Mateu E (2008) Sensibilidad a los antimicrobianos de cepas de *salmonella* aisladas en granjas porcinas del estado Zulia. *Revista Científica* 18(6):674-681

30. Mora A (2003) evaluación de la prevalencia de *Salmonella* spp. en jugos cárnicos de porcinos sacrificados en las plantas de beneficio de Bogotá D.C. (Trabajo de grado) Universidad Nacional de Colombia.
31. Mølbak K, Baggesen DL, Aarestrup FM, Ebbesen JM, Engberg J, et al. (1999) An outbreak of multidrug-resistant, quinolone-resistant *Salmonella enterica* serotype typhimurium dt104. *The New England Journal of Medicine* 341(19):1420-1425
32. Moreno A, Onofre LB, Chávez A (2012) Diseño de un plan de negocios para aplicar en una granja de ceba porcícola en el municipio de Choachí, Cundinamarca. Universidad Militar Nueva Granada. Pp 20
33. Organización Mundial de la Salud - OMS (2008) Resistencia a los antimicrobianos transferida por animales productores de alimentos. Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos INFOSAN. Nota informativa N° 2/2008
34. Organización Panamericana de la Salud OPS (2002) Modelo de guía clínica y formulario para el tratamiento de las enfermedades infecciosas. PS/HCP/HCT/210 2002. Washington: Organización Panamericana de la Salud pp 197
35. RASFF (2010) Informe notificaciones producidas en alimentación animal. *Elika* pp 4
36. Rivera LG, Motta PA, Cerón MF, Chimonja FA (2012) Resistencia de la *Salmonella* a los antimicrobianos convencionales para su tratamiento. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 7(1):115-127
37. Ruiz-Bolivar Z, Poutou-Piñales RA, Carrascal-Camacho AK (2008) Resistencia antimicrobiana y a desinfectantes de *Listeria* spp. *NOVA - Publicación Científica en ciencias biomédicas* 6(10): 101-236
38. Sanchez M, Caraballo A, Cardona N, Bernal C, Zapata C, Durango H (2008) Determinación de perfiles de sensibilidad y resistencia a antibióticos seleccionados, en cepas de *Salmonella* spp. aislados en Antioquia durante los años 2002 y 2003. *Revista CES, medicina*. 18: 35-42

39. Saravia J (2008) Salmonelosis: Sección de enfermedades infecciosas. Hospital San Juan de Dios. Bogotá – Colombia, pp 1167- 1175
40. Scallan E, Mahon B (2013) Foodborne Diseases Active Surveillance Network (Food Net) in 2012: A Foundation for Food Safety in the United States. *Clinical Infection Diseases* 57(5):779
41. SIEMENS (2008) sistema de inoculación Prompt D para el estudio de la sensibilidad por microdilución. Siemens healthcare diagnostic Inc. Pp 42
42. SIEMENS (2011) Manual de procedimientos para gran negativos deshidratados. MicroScan. Siemens healthcare diagnostic Inc. Pp 48
43. Sisak F, Havlickova H, Hradecka H, Rychlik I, Kolackova I, Karpiskova R (2006) Antibiotic resistance of *Salmonella* spp. Isolates from pigs in the Czech Republic. *Veterinarni Medicina* 51(5):303-310
44. Spricigo DA, Matsumoto SR, Espíndola ML, Vaz EK, Ferraz SM (2008) Prevalência e perfil de resistência a antimicrobianos de sorovares de *Salmonella* isolados de lingüiças suínas tipo frescal em Lages, SC. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60(2):517-520
45. Su LH & Chiu CH (2007) Salmonella: Clinical Importance and Evolution of Nomenclature. *Chang Gung Med Journal* 30(3):210-219
46. Threlfall EJ, Ward LR, Rowe B (1997) Increasing incidence of resistance to trimethoprim and ciprofloxacin in epidemic *Salmonella* Typhimurium DT104 in England and Wales. *Euro Surveill* 2(11):187
47. Vergara C, Visbal J (2002) Serotipia, resistencia a antimicrobianos, y perfiles plasmidicos de bacterias enteropatogenas aisladas de procesos diarreicos en Colombia. *MVZ-Cordoba*. 7: 211-215
48. Valdezate S, Vidal A, Herrera S, Pozo J, Rubio P, Usera M (2005) *Salmonella* Derby clonal spread from pork. *Emerging Infectious Diseases* 11(5): 694-698