

# SENSIBILIDAD A LOS ANTIMICROBIANOS DE CEPAS DE *SALMONELLA* AISLADAS EN GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO ZULIA

**Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* strains isolated from pig herds in Zulia State**

**Willian Mejia<sup>1\*</sup>, Derwin Calatayud Marquez<sup>1</sup>, Denice Zapata<sup>2</sup>, Armando Quintero<sup>1</sup>, Damaris Sánchez<sup>3</sup> y Enric Mateu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Unidad de Producción Animal (UNIPA), Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia.

<sup>2</sup>Servicio Autónoma de Sanidad Animal (S.A.S.A-Zulia) <sup>3</sup>Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". Caracas, Venezuela.

<sup>4</sup>Facultat de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona, España. \*E-mail: smeija@luz.edu.ve

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los patrones de resistencia a los antimicrobianos de diferentes cepas de *Salmonella* aisladas en granjas de cerdos del estado Zulia. Para este fin se evaluaron mediante la técnica de Bauer-Kirby, 126 cepas de *Salmonella* aisladas de heces de cerdos portadores asintomáticos. Las pruebas de sensibilidad antimicrobiana demostraron que los más altos niveles de resistencia fueron frente a la sulfamida (54%), tetraciclina (40%), ácido nalidíxico (29%) y ampicilina (23%). Sin embargo, sensibilidad superior al 95% fue encontrada frente a la ceftriaxona, gentamicina, apramicina y colistina. El treinta por ciento de las cepas mostraron multiresistencia (MR) a los antimicrobianos, siendo el patrón de resistencia ASuT (7,14%) el más frecuente. Los resultados obtenidos indican que la proporción de cepas de *Salmonella* de origen porcino con características de multiresistencia a los agentes antimicrobianos es medianamente elevada (30%) y esta multiresistencia puede afectar a cualquier serotipo. Desde ese punto de vista, la infección de las personas por cepas de *Salmonella* de origen porcino conlleva a un riesgo potencial de presentar dificultades en el tratamiento específico.

**Palabras clave:** Cerdos, *Salmonella*, serotipo, antimicrobiano, Zulia.

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine antimicrobial resistance patterns of different strains of *Salmonella* isolated in pig farms of the Zulia State. To achieve these goals 126 strain *Salmonella* were screened by Kirby-Bauer method, collected from feces of pigs asymptomatic. Antimicrobial susceptibility tests showed that the highest level of resistance was against Sulphonamides (54%), Tetracycline (40%), Nalidixic acid (29%) and Ampicillin (23%). However, susceptibility superior to 95% was found to Ceftriaxone, Gentamycin, Apramycin and Colistin. Thirty percent of the strains showed multiresistance, being the patterns resistance ASuT (7.14%) the most frequent. The results indicate the proportion of strain of *Salmonella* of pig origin with characteristics of multiresistance to the antimicrobial agents is elevated (30%) and this multiresistance could affect to anyone serotype. From this point of view, the infection of the people by isolates of *Salmonella* from swine origin entails a potential risk to present difficulties in the specific treatment.

**Key words:** Pigs, *Salmonella*, serotype, antimicrobial, Zulia.

## INTRODUCCIÓN

La salmonelosis constituye una de las más comunes y ampliamente distribuidas enfermedades transmitidas por los alimentos, constituyéndose en un problema de salud pública y produciendo elevados gastos en los sistemas de seguridad social. Millones de casos se reportan en diferentes partes del mundo cada año dando lugar a miles de muertes, siendo la mortalidad más elevada en las poblaciones de riesgo: niños, personas de avanzada edad o población con el sistema inmune debilitado [29].

En la actualidad, uno de los problemas en el tratamiento de la salmonelosis es el surgimiento de cepas con resistencia a los antimicrobianos. El origen de estas cepas de *Salmonella* con resistencia a los antimicrobianos ha sido relacionado a un mal uso de los antimicrobianos, tanto en las personas como en la producción animal [23]. Estas cepas resistentes constituyen un riesgo por el fallo terapéutico, así como un impacto económico adverso sobre la producción animal.

Los antimicrobianos son comúnmente utilizados en las explotaciones porcinas con fines preventivos ó terapéuticos, en países como los EUA, la utilización de antimicrobianos en este sector puede alcanzar el 60% (4050 Ton) del total de antimicrobiano usado en la producción animal [23]. Molbak y col. [20] describieron el primer caso de transmisión de *Salmonella typhimurium* DT104 desde el cerdo (*Sus scrofa domestica*) a las personas a través del alimento, causando la muerte de dos personas y afectando gravemente a otras 25. La cepa involucrada en el brote presentó multiresistencia a los antibióticos y una disminución de la sensibilidad frente a las fluoroquinolonas.

En Venezuela, la carne de cerdo constituye una de las principales fuentes de proteína de origen animal. Por otro lado, no existen datos disponibles sobre la resistencia a los antimicrobianos de cepas de *Salmonella* aisladas de cerdos asintomáticos. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este estudio fue determinar los patrones de resistencia a los antimicrobianos de diferentes cepas de *Salmonella* aisladas en granjas de cerdos del estado Zulia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cepas bacterianas

Se utilizaron 126 cepas de *Salmonella* procedente del análisis bacteriológico de 22 granjas porcinas (18 granjas de ciclo completo y 4 granjas con engorde únicamente). El periodo de muestreo se realizó entre Mayo 2004 y Marzo 2005. En cada granja se recogieron 20 muestras de heces de las cerdas (directamente del recto) y 20 *pooles* de muestras de heces fresca (un *pool* lo conforman 25 grs de heces tomadas de cinco puntos diferentes de un corral) que contenían cerdos con peso de matadero [5]. Las muestras de heces fueron sembradas siguiendo el protocolo descrito por Mejía [18]. Las colonias con características típicas y morfológicas de *Salmonella* se identificaron a nivel de género mediante pruebas bioquímicas por la inoculación en agar triple azúcar hierro (T.S.I.), agar sulfidrilo-indol-motilidad (SIM), citrato de Simmon's, hidrólisis de la urea y la prueba de la fenilalanina desaminasa. Una vez identificadas presumiblemente como *Salmonella* se enviaron al Instituto Nacional de Higiene (INH, Caracas) para su serotipificación según el esquema de Kauffman-White-Le Minor [24]. Todas las cepas se conservaron a -20 °C en criobolas (AEB 400100; Laboratories AES-CRYO-Billes, Combourg, Francia) para posteriores estudios.

### Pruebas de sensibilidad antimicrobiana (Técnica de Bauer-Kirby)

Todas las cepas de *Salmonella* aisladas se analizaron mediante la técnica de Bauer-Kirby [4], para determinar sus patrones de sensibilidad frente a un panel de 12 agentes antimicrobianos comúnmente utilizados en medicina humana y/o veterinaria (TABLA I).

### Preparación del inóculo

A partir de un cultivo fresco en agar sangre de la cepa aislada a evaluar se obtuvo el inóculo de la forma siguiente. Se procedió a tocar una colonia con un asa estéril, para luego resuspender este material en solución salina fisiológica estéril. Para la estandarización se procedió a ajustar visualmente a una turbidez equivalente a 0,5 MacFarland. Seguidamente se introdujo un hisopo estéril en la solución de trabajo estandarizada y se procedió a la siembra de toda la superficie de la placa de Agar Mueller-Hinton (Oxoid). Tras la siembra se colocaron los discos de antibióticos (6 por placa) con la ayuda de una pinza estéril y finalmente las placas se incubaron en la estufa a 37 °C durante 18-24 horas.

### Lectura y validación de los antibiogramas

*Escherichia coli* ATCC 25922 fue incluida como un control de calidad. Para la medición del halo de inhibición ejercido por el efecto de los antibióticos, se tomó en cuenta el diámetro de este en una escala milimétrica, utilizando para esto una regla graduada. Los resultados de las mediciones de los halos de inhibición se interpretaron como: sensibles, intermedios y resistentes, según las normas del Comité Nacional para Estándares Laboratorios Clínicos [22].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Perfiles de sensibilidad antimicrobiana

De los análisis de sensibilidad a los antimicrobianos realizados por la técnica de Bauer-Kirby, a 126 aislamientos de *Salmonella*, se les determinó una resistencia a las sulfamidas (54%), tetraciclinas (40%), ácido nalidixico (29%) y ampicilina (23%) (TABLA II). Asimismo, se detectó una sensibilidad superior al 95% para ceftriaxona, gentamicina, apramicina y colistina, sin embargo, ninguno de los antimicrobianos probados mostró una sensibilidad del 100%.

Los antimicrobianos constituyen unas de las principales herramientas a utilizar en el control de la salmonelosis en las granjas porcinas. Sin embargo, la aparición de cepas de *Salmonella* con resistencia a los antimicrobianos ha sido descrita [6, 25]. En este estudio, se encontraron las mayores resistencias frente a la sulfamida, tetraciclina, ácido nalidixico y ampicilina. Estos resultados concuerdan con lo descrito por otros investigadores [2, 10, 19], donde señalan que la resistencia a estos antimicrobianos está ampliamente distribuida y está aso-

**TABLA I**  
**ANTIMICROBIANOS UTILIZADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS HALOS DE INHIBICIÓN (NCCLS, 2002) / ANTIMICROBIAL AGENTS USED AND INTERPRETATION OF GROWTH INHIBITION DIAMETERS (NCCLS, 2002)**

Antimicrobianos Antimicrobial agents grouped by families	Concentración (µg)	Sensible (mm)	Intermedio (mm)	Resistente (mm)
Ampicilina	10	≥ 17	14-16	≤ 13
Ceftiofur	30	21	18-20	≤ 17
Ceftriaxona	30	≥ 17	14-16	≤ 13
Ácido nalidíxico	30	≥ 21	17-20	≤ 16
Enrofloxacin	5	≥ 21	17-20	≤ 16
Gentamicina	10	≥ 15	13-14	≤ 12
Apramicina	15	≥ 15	13-14	≤ 12
Sulfamida	200	≥ 17	13-16	≤ 12
Cloranfenicol	30	≥ 18	13-17	≤ 12
Florfenicol	30	≥ 21	18-21	≤ 7
Tetraciclina	30	≥ 19	15-18	≤ 14
Colistina	50	≥ 15	N.A.*	≤ 14

\* No aplicable.

**TABLA II**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE SALMONELLA AISLADA DE HECES DE CERDOS / PERCENTAGE DISTRIBUTION OF ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY OF SALMONELLA ISOLATED FROM FAECES OF PIGS.**

Antimicrobianos (Antimicrobial Agents grouped by families)	Sensible (%)	Intermedio (%)	Resistente (%)
Ampicilina	77	0	23
Ceftiofur	94	4	2
Ceftriaxona	99	1	0
Ácido Nalidíxico	55	16	29
Enrofloxacin	79	15	6
Gentamicina	98	0	2
Apramicina	96	3	1
Sulfamida	23	23	54
Cloranfenicol	83	3	14
Florfenicol	40	44	16
Tetraciclina	17	43	40
Colistina	97	0	3

ciado a su utilización por muchos años en la producción porcina mundial. Por lo cual, la presencia de resistencia a este grupo de antimicrobianos causa pérdidas cuantiosas a los productores por un aumento en la mortalidad de los cerdos afectados debido a fallas terapéuticas y una disminución de las opciones antimicrobianas para el tratamiento de esta afección. Esta si-

tuación amerita una revisión y aplicación de la legislación en cuanto a prescripción y venta de productos farmacológicos de uso veterinario.

La ceftriaxona es el antimicrobiano de elección para el tratamiento de salmonelosis invasiva, particularmente en niños donde las quinolonas están contraindicado [31]. Sin em-

TABLA III

**FRECUENCIA DE RESISTENCIA ENTRE SEROTIPOS DE *SALMONELLA* AISLADA DE CERDOS EN GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO ZULIA / FREQUENCY OF RESISTANCE AMONG SEROTYPES OF *SALMONELLA* ISOLATED FROM PIGS FARMS IN ZULIA STATE**

Serotipos	N° de aislamientos	Número de cepas resistentes											
		A	C	F	Su	T	Nal	Enr	Gen	Apr	EFT	CRO	Col
Anatum	14	5	1	1	10	8	4	2	-	1	1	-	1
Bardo/Newport	5	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Albany/Dusseldorf	4	1	1	1	2	2	3	-	-	-	-	-	-
Derby	3	1	-	-	1	3	1	-	-	-	-	-	1
Mbandaka	3	-	2	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-
Poli D	3	3	3	1	3	3	2	-	-	-	-	-	1
Uganda	2	1	1	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-
Eko	2	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Saint Paul	2	-	-	1	2	-	1	1	-	-	-	-	-
Carrau/Madelaia	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kingston	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Typhimurium	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Total	41	13	8	7	26	22	20	4		1	1		3

A, ampicilina. C, cloranfenicol. F, florfenicol. Su, sulfa. T, tetraciclina. Nal, ácido nalidíxico. Enr, enrofloxacin. Gen, gentamicina. Apr, apramicina. EFT, ceftiofur. CRO, ceftriaxona. Col, colistina.

bargo, el aislamiento de cepas productoras de betalactamasas de espectro expandido (BLEE) ha sido asociado a un uso indiscriminado de estos antibióticos [32]. En este estudio, se obtuvo un 99% de sensibilidad para ceftriaxona. Sin embargo, se logró detectar un 6% de cepas con sensibilidad disminuida al ceftiofur (resistentes e intermedias). El ceftiofur es una cefalosporina de tercera generación de uso veterinario y de reciente introducción en el mercado nacional. En los últimos años se ha implementado en las granjas porcinas como un método de manejo la técnica prewean, lo cual incluye dentro de su metodología, la aplicación de ceftiofur por vía intramuscular a la dosis de 3 mg/kg de peso al día de edad, al séptimo día de edad y al destete en forma profiláctica. En los sistemas de producción nacionales, esto ha sido adaptado con la finalidad de controlar numerosas infecciones pre-destete. Las cepas de sensibilidad disminuida obtenidas en el presente estudio procedían de granjas que aplicaban esta metodología de manejo sanitario, lo cual podría estar estableciendo una presión de selección de organismos resistentes.

Las quinolonas, por sus características de amplio espectro y eficacia son los antimicrobianos de primera elección ante cuadros clínicos producidos por bacterias Gram negativas, como *Salmonella* [14]. No obstante, se ha descrito la aparición de cepas de *Salmonella* con resistencia a este grupo de antimicrobianos [13, 19]. En el presente estudio, se determinó para el ácido nalidíxico una resistencia del 29% y un 16% de cepas con sensibilidad intermedia. Asimismo, estas mismas

cepas mostraron valores de resistencia de 6% y sensibilidad intermedia de 15% a la enrofloxacin, siendo esta resistencia en este grupo de antimicrobianos más alta a la reportada por otros investigadores [2, 6, 19].

Estudio realizado por Calatayud [5] menciona que la enrofloxacin es uno de los antimicrobianos de primera elección para el tratamiento de diversas patologías en las granjas porcinas del estado Zulia. En este sentido, el comportamiento observado en el presente estudio puede deberse a que, el uso indiscriminado de este antimicrobiano permite que se generen puntos de mutación acumulada en los genes que codifican las enzimas topoisomerasas [27]. Por ello se puede inferir que, de no establecer los controles para el uso de estos antimicrobianos en un futuro muy próximo las cepas clasificadas en este estudio como intermedias podrían acumular una nueva mutación y pasar a ser resistentes. Aunado a este hecho está el riesgo de la posible transmisión de estas cepas portadoras de resistencia a las quinolonas, al humano, lo cual limitaría la eficacia de estos antimicrobianos en casos clínicos de salmonelosis en humanos [13, 26], más aún cuando ya algunos estudios han demostrado muertes en humanos asociadas a *Salmonella Typhimurium* resistente a las quinolonas [11, 20].

Los aminoglucósidos apramicina y gentamicina empleados en este estudio presentaron resistencias que no superaron el 2%. Estos datos concuerdan con lo reportado por otros investigadores, donde la resistencia a este grupo de

antimicrobianos es menor al 4% [6, 19, 25]. En contraste, Agustín y col. [1] señalan resistencias superiores al 10% para este grupo de antimicrobianos. Las posibles razones involucradas en estos resultados podría deberse a la poca utilización de estos fármacos en el control y tratamiento de enfermedades entéricas en el porcino en la región.

En la familia de los anfenicoles, se encontró una sensibilidad del 83% para el cloranfenicol y del 40% para el florfenicol. El cloranfenicol es un antimicrobiano utilizado desde hace muchos años para el control de la salmonelosis en la producción porcina mundial, pero debido a su relación con la producción de aplasia medular en niños conllevó a la prohibición de su utilización en la producción animal [3]. Este hecho dio origen al desarrollo de nuevas formulas que originaron un anfenicol de nueva generación (florfenicol). Este nuevo antimicrobiano conserva todas las cualidades farmacológicas y farmacocinéticas de su antecesor y por otro lado se elimina el efecto sobre la médula ósea. Asimismo, este antimicrobiano fue lanzado al mercado para ser utilizado en el tratamiento de procesos respiratorios en bovinos [3]. A pesar de su prohibición, el cloranfenicol se continúa comercializando en Venezuela y a la luz de los resultados de esta investigación este antimicrobiano todavía conserva una buena acción antimicrobiana sobre *Salmonella*. Sin embargo, es importante destacar la baja sensibilidad mostrada por el florfenicol frente a las cepas de *Salmonella* aisladas. Este hecho amerita una investigación más profunda, debido a que llama la atención que un antibiótico de nueva generación no tenga mejor actividad que su antecesor.

En el caso de la colistina, se encontró una alta sensibilidad (97%) a este compuesto. Este resultado concuerda con lo descrito por otros investigadores donde describen que el desarrollo de resistencia a este grupo de antibiótico es muy baja [2, 14, 17, 19, 28] y debido a su buena actividad *in vitro* se recomienda su utilización para el control de cuadros diarreicos causados por *Salmonella* en cerdos.

### Frecuencia de resistencia entre serotipos

En este estudio se evaluó la frecuencia de resistencia entre los serotipos para determinar si esta se encontraba agrupada dentro de un serotipo. De los 126 aislamientos analizados en este trabajo, se cuenta con los resultados de la serotipificación de 57 cepas de *Salmonella*. Sin embargo, cuando de una granja se obtenían distintos aislados del mismo serotipo, sólo se consideraron cepas distintas, los aislamientos con diferentes fenotipos y características de sensibilidad antimicrobiana. Con esta restricción, se consideró tener 41 cepas pertenecientes a 12 serotipos diferentes (TABLA III). Se observó que la resistencia a la sulfamida, tetraciclina, ácido nalidixico y ampicilina, fueron las más ampliamente distribuidas entre los diferentes serotipos aislados. Estos resultados concuerdan con los descritos por otros autores [2, 8, 19, 25] donde describen que la resistencia a estos antimicrobianos puede ser debido a su extensivo uso en la producción porcina. Asimismo, estudio

realizados por Molla y col. [21] y White y col. [30] describen que la resistencia a la sulfamida, tetraciclina y ampicilina, es común en *Salmonella* no-typhimurium DT104 y esta asociada a la presencia de elementos de ADN móviles, así como plásmido, transposones e integrones. Por otro lado, es importante hacer notar que la resistencia al grupo de las quinolonas está asociada a mutaciones a nivel cromosómico [27]. Sin embargo, la resistencia a las quinolonas mediada por plásmido ha sido descrita [12]. Estos resultados indican que una amplia variedad de serotipos de *Salmonella* circulan en las granjas porcinas estudiadas y estos serotipos podrían contener elementos móviles de ADN que les permiten expresar una alta resistencia a los antimicrobianos comúnmente utilizados en las granjas porcinas.

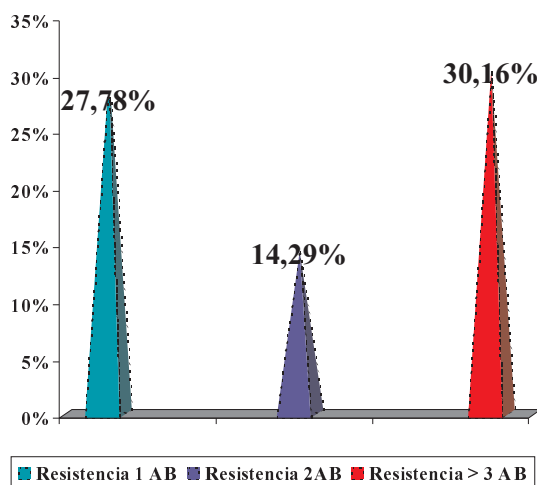
### Patrones de resistencia

De los 126 aislamientos de *Salmonella* analizados, solo 35 cepas (27,78%) fueron sensibles a todos los antimicrobianos y 38 (30,16%) presentaron un fenotipo de multiresistencia (MR), es decir, resistentes a 3 o más antimicrobianos de forma simultánea (FIG. 1). Asimismo, se observaron 21 patrones de multiresistencia, siendo el patrón ASuT (7,14%) el más frecuente. Por otro lado, se obtuvieron 2 aislamientos que presentaron resistencia a 7 y 10 antibióticos simultáneamente (TABLA IV).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores a los descritos por otros investigadores [2, 7, 9, 16, 19, 25], los cuales describen valores entre el 60 – 90% de cepas de *Salmonella* con perfiles de MR a los antimicrobianos. Estos resultados demuestran claramente que la multiresistencia está ampliamente presente en las cepas de *Salmonella* que circulan en la cabaña porcina zuliana, lo que sugiere la necesidad de establecer un sistema de monitorización epidemiológica.

Por otro lado, en los últimos años se ha descrito el surgimiento de cepas de *Salmonella* con patrones de MR [2, 6, 10, 15, 16, 19, 25], y más específicamente *Salmonella Typhimurium* DT104, la cual expresa un patrón de multiresistencia denominado ACSSuT (ampicilina, cloranfenicol, estreptomina, sulfamida, tetraciclina). En este estudio, se detectaron 20 patrones de multiresistencia, siendo el patrón de resistencia ASuT, (ampicilina, sulfamida, tetraciclina) más frecuente con un 7,14%. En este mismo sentido, la multiresistencia estuvo presente en todos los serotipos aislados. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Astorgas y col. [2], Gebreyes y col. [9], Mejía y col. [19] y Molla y col. [21], los cuales mencionan que la multiresistencia a los antimicrobianos no es un problema exclusivo de *Salmonella Typhimurium*, puesto que el patrón ACSSuT y otros patrones de multiresistencia pueden observarse en otros serotipos comunes en los rebaños porcinos.

La presencia de estos serotipos de *Salmonella* con MR a los antimicrobianos va en detrimento de la producción porcina



**FIGURA 1. PORCENTAJE DE CEPAS DE SALMONELLA MULTIRRESISTENTES. (AB: ANTIMICROBIANO) / PORCENTAGE OF SALMONELLA STRAINS MULTIDRUG RESISTANCE (AB: ANTIMICROBIAL).**

**TABLA IV  
PERFILES DE MULTIRRESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS DE CEPAS DE SALMONELLA AISLADA DE CERDOS /  
MULTIDRUG RESISTANCE OF STRAINS SALMONELLA ISOLATED FROM PIGS.**

Patrón de multirresistencia	Nº aislamientos	Serotipos
ASuT	9 (7,1%)	Anatum (8), Typhimurium (1)
SuTNal	2 (1,5%)	Albany/Dusseldorf (1), NT (1)
SuNalApr	1 (0,7%)	Anatum (1)
SuNalEnr	1	Anatum (1)
ASuTNal	2	Derby (1), NT (1)
FSuNalEnr	1	Saintpaul (1)
ASuTEFT	1	Anatum (1)
AFSuT	1	Anatum (1)
ACFT	1	NT (1)
CFSuT	1	Mbandaka (1)
ACFSuT	2	NT (2)
ACFTNal	2	NT (2)
ACSuTCol	1	Poli D (1)
ASuTNalEnr	1	Eko (1)
CFSuTNal	3 (2,3%)	Mbandaka (1), NT (2)
ACSuTNal	1	Poli D (1)
ACFSuTNal	4 (3,1%)	Albany/Dusseldorf (1), Poli D (1), Uganda (1), NT (1)
AFSuNalEnr	1	NT (1)
ACSuTNalEnr	1	Anatum (1)
CFSuTNalEnrGn	1	NT (1)
ACFSuTNalEnrGnEFTCol	1	NT (1)
Total	38	

N.T: Aislamientos no serotificados. A, ampicilina. C, cloranfenicol. Su, sulfa. T, tetraciclina. Nal, ácido nalidixico. Gn, gentamicina. EFT, ceftiofur. Col, colistina. F, florfenicol. Apr, apramicina.

nacional, ya que esto causaría una disminución de la efectividad de los tratamientos aplicados para el control de esta enfermedad, sobre todo en aquellas granjas porcinas, como en el presente estudio, donde se obtuvieron dos aislamientos con resistencia a 7 y 10 antibióticos simultáneamente (ACSuTFNaIEnrGMEFTCol, CSuTFNaIEnrGM). En este mismo sentido, estas cepas de *Salmonella* con patrones de MR representan un riesgo para la salud pública, ya que estos serotipos podrían pasar a las personas vía alimento y lo cual complicaría las medidas terapéuticas a implantar en un cuadro de toxiinfección alimentaria causada por *Salmonella*.

## CONCLUSIONES

Se demuestra que la proporción de cepas de *Salmonella* de origen porcino con características de multirresistencia a los agentes antimicrobianos es medianamente elevada (30%) y esta multirresistencia puede afectar a cualquier serotipo. Desde este punto de vista, la infección de las personas por cepas de *Salmonella* de origen porcino conlleva el riesgo potencial de presentar dificultades en el tratamiento específico.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, por el co-financiamiento de esta investigación a través del proyecto N° CC-0532-05. También queremos agradecer a todo el personal del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". Facultat de Veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona, España.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUSTÍN, A.; CARRAMIÑANA, J.; ROTA, C.; HERRERA, A. Antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. from pigs at slaughter in Spain in 1993 and 2001. **Lett. Appl. Microbiol.** 41: 39-44. 2005.
- [2] ASTORGA, R.; ECHEITA, A.; MALDONADO, A.; VALDEZATE, S.; CARBONERO, A.; ALADUEÑA, A.; ARENAS, A. Surveillance and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* strains isolated from Slaughtered pigs in Spain. **J. Food Prot.** 70 (6): 1502-1506. 2007.
- [3] ARCANGIOLI, M.; SETRIN, S.; MARTEL, J.; CHASLUS-DANCLA, E. Evolution of chloramphenicol, resistance, with emergence of cross-resistance to florfenicol in bovine *Salmonella Typhimurium* strain implicates definitive phage type (DT) 104. **J. Med. Microbiol.** 49: 103-110. 2000.
- [4] BAUER, A.W.; KIRBY, W.M.; SHERRIS, J.C.; TRUCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a single disk method. **Am. J. Clin. Pathol.** 45:493-496. 1966.
- [5] CALATAYUD, M. **Aislamiento, serotipificación y patrones de resistencia a los antimicrobianos de cepas de Salmonella aisladas en granjas porcinas del estado Zulia.** Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia. Tesis de Maestría. 1-85 pp. 2007.
- [6] CASTAGNA, S.; BESSA, M.; CARVALHO, D.; CARDOSO, M.; COSTA, M. Antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* ssp. isolated from slaughtered pigs in State of Rio Grande do Sul-Brazil. **Arquiv da Faculd de Vet.** 29:44-49. 2001.
- [7] FARRINGTON, L.; HARVEY, R.; BUCKLEY, S.; DROLESKEY, R.; NISBET, D.; INSKIP, P. Prevalence of Antimicrobial resistance in *Salmonellae* isolated from market-age swine. **J. Food Prot.** 64: 1496-1502. 2001.
- [8] GARCÍA, F.C.; COLLAZOS, J.A.; CARVAJAL, A.; HERRERA, S.; ECHEITA, M.A.; RUBIO, P. Antimicrobial Resistance of *Salmonella enterica* isolates from apparently healthy and clinically ill finishing pigs in Spain. **Zoon. Public Health.** 55(4):195-205. 2008.
- [9] GEBREYES, W.A.; DAVIES, P. R.; MORROW, W.E.M.; FUNK, J.A.; ALTIER, C. Antimicrobial Resistance of *Salmonella* Isolates from Swine. **J. Clin. Microbiol.** 38(12): 4633-4636. 2000.
- [10] GEBREYES, W.; THAKUR, S.; MORROW, W. Comparison of prevalence, antimicrobial resistance, and occurrence of multidrug-resistant *Salmonella* in antimicrobial-free and conventional pig production. **J. Food Prot.** 69:743-748. 2006.
- [11] HELMS, M.; VASTRUP, P.; GERNET-SMIDT, P.; MOLLBAK, K. Excess mortality associated with antimicrobial drug-resist *Salmonella Typhimurium*. **Emerg. Infect. Dis.** 11:1899-1906. 2002.
- [12] HOPKINS, K.L.; DAY, M.; THRELFALL, E. J. Plasmid-mediated quinolone resistance in *Salmonella enterica*, United Kingdom. **Emerg. Infect. Dis.** 14(2):340-342. 2008.
- [13] HSUEH, P.R.; TENG, L.J.; TSENG, S.P.; CHANG, C.H.; WAN, J.H.; YAN, J.J.; LEE, C.H.; CHUANG, Y.C.; HUANG, W.K.; YANG, D.; SHYR, J.M.; YU, K.W.; WANG, L.S.; LU, J.J.; KO, W.C.; WU, J.J.; CHANG, F.Y.; YANG, Y.C.; LAU, Y.J.; LIU, Y.C.; LIU, C.H.; HO, S.H.; LUH, K.T. Ciprofloxacin-resistant *Salmonella enterica Typhimurium* and *Choleraesuis* from Pigs to Humans, Taiwan. **Emerg. Infect. Dis.** 10:60-68. 2004.
- [14] INTORRE, L.; VAN, M.; EBANI, V.; CERRI, D.; FRATINI, F.; CARDINI, G.; TOGNETTI, R.; SOLDANI, G. Antimicrobial susceptibility of animal strain of *Salmonella enterica* isolated in Italy from 2001 to 2003. **J. Vet. Pharmacol. Therap.** 28:121-125. 2005.

- [15] JOHNSON, J.; RAJIC, A.; MCMULLEN, L. Antimicrobial resistance of selected *Salmonella* isolates from food animals and food in Alberta. **Can. Vet. J.** 46:141-146. 2005.
- [16] LAZARO, N.; TIBANA, A.; REIS, E.; VIANNI, M.; HOFFER, E. Resistance to antimicrobial in serovars of *Salmonella* isolated from swine slaughtered in state of Rio de Janeiro. **Rev. Bras. de Med. Vet.** 25:14-18. 2003.
- [17] MATEU, E.; MARTÍN, M.; DARWICH, L.; MEJÍA, W.; FRÍAS, N.; GARCÍA, F. Multiple drug resistance of *Salmonella* strains isolated from swine in Catalunya, Spain. **Vet. Rec.** 150:147-150. 2002.
- [18] MEJÍA, W. **Epidemiología de la salmonelosis porcina en granjas de Cataluña y determinación de los factores de riesgo de la infección.** Universidad Autónoma de Barcelona. España. Tesis Doctoral. 1-101 pp. 2003
- [19] MEJÍA, W.; CASAL, J.; ZAPATA, D.; SÁNCHEZ, G.; MARTIN, M.; MATEU, E. Epidemiology of *Salmonella* infections in pig unit and antimicrobial susceptibility profiles of the strains of *Salmonella* species isolated. **Vet. Rec.** 159:271-276. 2006.
- [20] MOLBAK, K.; LAU, B.; MOLLER, A.; MUNK, J.; ENGBERG, J.; FRYDENDAHL, K.; GERNEE, P.; MUNK, A.; WEGENER, H. An outbreak of multidrug resistant, quinolone-resistant *Salmonella* enterica serotype Typhimurium DT104. **The New Engl. J. Med.** 341:1420-1425. 1999.
- [21] MOLLA, B.; MIKO, A.; PRIES, K.; HILDEBRANDT, G.; KLEER, J.; SCHROETER, A.; HELMUTH, R. Class 1 integrons and resistance gene cassettes among multidrug resistant *Salmonella* serovars isolated from slaughter animals and foods of animal origin in Ethiopia. **Acta Trop.** 103(2):142-149. 2007
- [22] NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS (NCCLS). Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility test for Bacteria Isolated from Animals. Approved Standard Doc. M31-A2.NCCLS, Wayne, Pa. 1-195 pp. 2002.
- [23] NOLLET, N.; HOUF, K.; DEWULF, J.; CATRY, B.; DE ZUTTER, L.; DE KRUIF, A.; MAES, D. Variability in Antimicrobial Resistance among *Salmonella enterica* Strains from Fattening Pigs and Sows. **Microb. Drug Resist.** 12: 74-81. 2006.
- [24] POPOFF, M.; BOCKMÜHL, J.; GHEESLING, L. Supplement 2001 (Nº 45) to the Kauffmann-White scheme. **Res. Microbiol.** 154:173-174. 2003.
- [25] RAJIC, A.; MCFALL, M.; DECKERT, A.; REID-SMITH, R.; MANNINEN, K.; POPPE, C.; DEWEY, C.; MCEWEN, S. Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from finishing swine and the environment of 60 Alberta swine farms. **Vet. Microbiol.** 104:189-196. 2004.
- [26] ROESLER, U.; VON ALTROCK, A.; SÉLLER, P.; BREMERICH, S.; ARNOLD, T.; LEHMANN, J.; WALDMANN, K.; TRUYEN, U.; HENSEL, A. Effects of fluoroquinolone treatment acidified feed, and improved hygiene measures on the occurrence of *Salmonella* Typhimurium DT 104 in integrated pig breeding herd. **J. Vet. Med.** 52:69-74. 2005.
- [27] SEMINATI, C.; MEJÍA, W.; MATEU, E.; MARTIN, M. Mutations in the quinolone-resistance determining region (QRDR) of *Salmonella* strains isolated from pigs in Spain. **Vet. Microbiol.** 106:297-301. 2005.
- [28] VAN DER WOLF, P.; BONGER, J.; ELBERS, A.; FRANSSEN, F.; HUNNEMAN, W.; VAN EXSEL, A.; TIELLEN, M. *Salmonella* infection in finishing pigs in the Netherlands: bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factor for infection. **Vet. Microbiol.** 67:263-275. 1999.
- [29] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Resistencia Antimicrobiana a *Salmonella*. International food safety authorities network 2005 (INFOSAN). Disponible On Line: [http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/No\\_03\\_Salmonella\\_Apr05\\_sp.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_03_Salmonella_Apr05_sp.pdf). Septiembre 2007.
- [30] WHITE, D.G.; ZHAO, S.; PATRICK, F.; MCDERMOTT, P.F.; AYERS, SH.; FRIEDMAN, SH.; SHERWOOD, J.; FOLEY, M.B.; NOLAN, L.K. Characterization of integron mediated antimicrobial resistance in *Salmonella* isolated from diseased swine. **Can J Vet Res.** 67(1):39-47. 2003.
- [31] WRIGHT, J.; TENGELSEN, L.; SMITH, K.; BERDER, J.; FRANK, R.; GRENDON, J.; RICE, D.; THIESSEN, A.; GILBERTSON, C.; SIVAPALASINGAM, S.; BARRET, T.; BESSER, T.; HANCOCK, D.; ANGULO, F. Multidrug-resistant *Salmonella* Typhimurium in four animal facilities. **Emerg. Infect. Dis.** 11:1235-1241. 2005.
- [32] ZHAO, S.; QAYYUMI, S.; FRIEDMAN, S.; SINGH, R.; FOLEY, S.; WHITE, D.; MCDERMOTT, P.; DONKAR, T.; BOLIN, C.; MUNRO, S.; BARON, E.; WALKER, R. Characterization of *Salmonella* enterica serotype Newport isolated from humans and food animals. **J. Clin. Microbiol.** 41:5366-5371. 2003.