



Biotempo (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY OF *SALMONELLA* SPP. ISOLATED FROM DOMESTIC ANIMALS IN VILLA CLARA PROVINCE, CUBA

SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE *SALMONELLA* SPP. AISLADA EN ANIMALES DOMÉSTICOS DE LA PROVINCIA VILLA CLARA, CUBA

Marta Vega-Hernández¹; Leopoldina Rodríguez-Triana¹; Miriam Díaz-Díaz²; Freddy Eli Zambrano Gavilanes³; Rigoberto Fimia-Duarte⁴ & Pedro Yoelvys de la Fé-Rodríguez^{1*}

- ¹ Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5½, Santa Clara 54830, Villa Clara, Cuba. E-mail: martav@uclv.edu.cu y pedrodlfr@uclv.edu.cu
 - ² Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5½, Santa Clara 54830, Villa Clara, Cuba. E-mail: miriamdd@uclv.cu
 - ³ Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador. E-mail: fezambrano@utm.edu.ec
 - ⁴ Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería, Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, Cuba. E-mail: rigobertofd@infomed.sld.cu y rigoberto.fimia66@gmail.com
- * Corresponding author: pedrodlfr@uclv.edu.cu

ABSTRACT

The emergency of antimicrobial resistance of *Salmonella* is a major concern worldwide, and recent studies highlight the relationship among antimicrobial consumption by animals and the diverse resistance mechanisms developed by microorganisms. This study was undertaken to investigate the circulation of *Salmonella* spp. associated with infectious processes in domestic animals as well as the patterns of susceptibility to antimicrobials. Sampling and *Salmonella* spp. isolation were carried out in the Department of General Bacteriology at the Provincial Veterinary Diagnostic Laboratory of Villa Clara province, Cuba, during 2016. The antimicrobial susceptibility was tested by the Kirby-Bauer method. Results were analyzed by the statistical package Statgraphics Centurion version XV-II/2006 applying descriptive procedures, and multiple comparisons of proportions, for the evaluation of the percentages of resistance of *Salmonella* by animal species and by serogroup. There were identified 46 *Salmonella* spp. isolates belonging to serogroups B, C1, C2 and D in 15% of samples, all coming from hens, bovines, sheep and pigs. In general, the antimicrobial resistance profiles were expressed for ampicillin (46% of isolates), sulphonamide compounds (28%), nalidixic acid (26%) and tetracycline (22%); resistance to ciprofloxacin, gentamicin and cefotaxime were not detected. The most resistant *Salmonella* spp. isolates were from serogroups B and D, as well as those coming from sheep and pigs.

Key words: isolation – antimicrobial – *Salmonella* – serogroups – susceptibility

RESUMEN

La emergencia mundial de *Salmonella* multirresistente a antimicrobianos es de creciente preocupación, estudios recientes resaltan la relación entre el consumo de antibióticos por los animales y los diversos mecanismos de resistencia desarrollados por los microorganismos. En el presente estudio se investigó la circulación de *Salmonella* spp. asociada a procesos infecciosos en animales domésticos, así como los patrones de susceptibilidad antimicrobiana. El muestreo y el aislamiento de *Salmonella* spp. se llevaron a cabo en el Departamento de Bacteriología General del Laboratorio Provincial de Diagnóstico Veterinario de la provincia Villa Clara, Cuba, durante 2016. El método Kirby-Bauer se empleó para determinar la susceptibilidad antimicrobiana. Para el análisis de los resultados se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion versión XV-II / 2006 aplicando procedimientos descriptivos, y pruebas de comparación múltiple de proporciones, para la evaluación de los porcentajes de resistencia de *Salmonella* por especie animal y por serogrupo. Se identificaron 46 aislados de *Salmonella* spp. pertenecientes a los serogrupos B, C1, C2 y D en el 15% de las muestras, todas provenientes de gallinas, bovinos, ovinos y cerdos. En general, los patrones de resistencia antimicrobiana fueron expresados para la ampicilina (en el 46% de los aislados), compuestos de sulfonamida (28%), ácido nalidixico (26%) y tetraciclina (22%); no se detectó resistencia a ciprofloxacina, gentamicina y cefotaxima. Los aislados de *Salmonella* spp. más resistentes fueron de los serogrupos B y D, así como los provenientes de ovinos y cerdos.

Palabras clave: aislamiento – antimicrobiano – *Salmonella* – serogrupos – susceptibilidad

INTRODUCCIÓN

Salmonella es una enterobacteria considerada como la causa más importante de Enfermedad Transmitida por Alimentos (ETA) en humanos en Cuba (Puig *et al.*, 2008) y diversos países (Barreto *et al.*, 2010; Pui *et al.*, 2011; Iovine *et al.*, 2015; Pantuzza *et al.*, 2018). Es un bacilo Gram negativo que se comporta como patógeno intracelular facultativo (anaerobio facultativo) y está presente en el intestino de personas y de animales sanos como aves (pollos, pavos), reptiles, tortugas y cerdos (Pantuzza *et al.*, 2018; Abraham *et al.*, 2019, Ledmoñ *et al.*, 2019). Siendo la fuente de infección más común los alimentos contaminados (Rodríguez, 2010; Binter *et al.*, 2011).

Se registra una baja incidencia de casos en Europa, Australia, Nueva Zelanda y Norte América (CDC, 2014; Kebede *et al.*, 2016; Ledmoñ *et al.*, 2019). En Estados Unidos en el año 2013 se llegaron a reconocer hasta 7 277 casos (CDC, 2014; Crim *et al.*, 2014). A partir de 2006, en la Unión Europea (UE) se observó una disminución en los casos humanos de salmonelosis, siendo más comúnmente encontradas *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis (*S. ser. Enteritidis*, 40%) y *S. ser. Typhimurium* (30%) (Russell *et al.*, 2014; Bonardi *et al.*, 2016; Ledmoñ *et al.*, 2019).

En los últimos años la emergencia mundial de fenotipos de *Salmonella* multirresistentes a antimicrobianos, en

particular *S. ser. Typhimurium* y *S. ser. Newport*, es de creciente preocupación. *S. ser. Typhimurium* DT104 mostró resistencia a cinco antimicrobianos (ampicilín, cloranfenicol, estreptomycin, sulfametoxazol y tetraciclina) y ha causado severas infecciones y la muerte de animales y humanos en todo el mundo (Threlfall *et al.*, 2011; Gong *et al.*, 2013; CDC, 2014; Russell *et al.*, 2014; Kuang *et al.*, 2015; Abraham *et al.*, 2019). La aparición de cepas resistentes o multirresistentes se debe principalmente a la intensa actividad microbiana propia del tracto gastrointestinal donde ocurre transferencia a gran escala de genes de resistencia, así como al mal empleo o empleo rutinario de antibióticos en animales sin previa investigación de susceptibilidad antimicrobiana (Sabaté & Prats, 2002; Threlfall *et al.*, 2011; Gong *et al.*, 2013; CDC, 2014; Kuang *et al.*, 2015; Bonardi *et al.*, 2016).

En la industria veterinaria los antibióticos administrados en niveles subterapéuticos se utilizan para el engorde de animales y para la prevención de enfermedades (Kuang *et al.*, 2015; Ledmoñ *et al.*, 2019) por lo que en 1970 la Comunidad Europea comenzó eliminando como promotores aquellos antibióticos que también fueran utilizados en la medicina humana o animal. De este modo, se prohibió en Europa el empleo de tetraciclinas o betalactámicos como promotores del crecimiento en el alimento de animales; sin embargo, en países como Estados Unidos aún se emplean estos medicamentos (Fajardo *et al.*, 2011; Abraham *et al.*, 2019; Ledmoñ *et al.*, 2019).

En Cuba, investigadores como Betancourt *et al.* (1984), Llorens (1986), Lazo (1997), Pérez (2002) y de la Fé-Rodríguez *et al.* (2012) han estudiado los serotipos de *Salmonella* que afectan a los cerdos, así como la susceptibilidad de los mismos a los antimicrobianos, aportando resultados variables. González *et al.* (1974) realizaron estudios similares en otras especies animales que no han sido extendidos a todas las regiones del país ni se han hecho sistemáticos.

Las investigaciones para determinar la resistencia y susceptibilidad de *Salmonella* spp. a diferentes antimicrobianos utilizados en veterinaria son insuficientes en el país actualmente, lo cual deriva en que la vigilancia epidemiológica de *Salmonella* y su resistencia a antimicrobianos en animales domésticos no está actualizada, afectando la elección eficaz de fármacos y la detección de variaciones en las características de la bacteria (González *et al.*, 1974; Lazo, 1997; de la Fé-Rodríguez *et al.*, 2012). Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue identificar *Salmonella* spp. circulando asociada a procesos infecciosos en animales domésticos de la provincia Villa Clara, así como determinar su susceptibilidad a diferentes antimicrobianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Se realizó un estudio observacional durante el año 2016 basado en un pesquijaje para *Salmonella* spp. en animales domésticos de diferentes especies con procesos infecciosos compatibles con salmonelosis, que fueron remitidos al Laboratorio Provincial de Diagnóstico Veterinario de Villa Clara, procedentes de diferentes granjas de la provincia.

En el estudio se incluyeron 318 animales enviados al Departamento de Patología cuyos datos anamnésicos referían procesos infecciosos. Se tomaron asépticamente fragmentos de hígado, bazo, intestino y oviducto, que fueron remitidos al Departamento de Bacteriología para su análisis. Los aislados de *Salmonella* spp. obtenidos se clasificaron por serogrupos y se determinó la susceptibilidad antimicrobiana de los mismos, analizando el comportamiento frente a diferentes antimicrobianos mediante el método de difusión en disco Kirby-Bauer según lo recomendado por la NCCLS (2010) para enterobacterias.

Identificación de *Salmonella*

Las muestras fueron inoculadas en Agar Verde Brillante

para diferenciar las colonias fermentadoras de las no fermentadoras de la lactosa y en Agar Sangre. Para el enriquecimiento selectivo de la muestra, se empleó Caldo Rappaport-Vassiliadis incubándose en aerobiosis a 37°C durante 18-24 h. A partir de este medio se inoculó en Agar *Salmonella-Shigella* (SS) bajo las mismas condiciones de incubación. Las colonias típicas redondas y translúcidas con producción de SH₂ observadas en Agar SS, se sometieron a pruebas de confirmación bioquímica con Agar Hierro de Kligler. Las colonias productoras de SH₂ cultivadas en el medio de Kligler, fueron enriquecidas en Agar Cerebro-Corazón para el serogrupado con suero polivalente (A, B, C1, C2, D, E1, E2, E4, F) y sueros monovalentes (A, B, C1, C2 y D; MEFA, EPB Carlos J. Finlay, Cuba) según lo descrito por las Normas Ramales de la Agricultura 1009/1989 “Siembra Bacteriológica” (NRA, 1989a) y 1010/1989 “Clasificación Microbiológica” (NRA, 1989b) y la Norma Cubana 55-09/1986 “Control bacteriológico para el diagnóstico de Salmonelosis” (NC, 1986).

Identificación de la susceptibilidad a antimicrobianos

Se seleccionó cada aislado para determinar su susceptibilidad antimicrobiana. Para ello se empleó el método Kirby-Bauer inoculando los aislados en caldo Müller Hinton (hasta lograr densidad 0.5 según la escala McFarland), para luego sembrar por extensión en Agar Müller Hinton y depositar los discos (OXOID, Biocen) representados por los antimicrobianos: ácido nalidíxico (NA30, 30 µg), amoxicilina/ácido clavulánico (AMC, 300 µg), ampicilina (AMP, 10 µg), cefotaxima (CTX30, 30 µg), ciprofloxacina (CIP5, 5 µg), cloranfenicol (C30, 30 µg), estreptomycin (S25, 25 µg), gentamicina (CN, 10 µg), neomicina (N, 10 µg), compuestos de sulfonamida (S3, 300 µg), tetraciclina (TE30, 30 µg), y trimetoprim (W, 5 µg).

Los aislados de *Salmonella* se clasificaron en dependencia de los halos de inhibición para cada disco de antimicrobiano y su concentración en: Resistentes, Intermedios o Sensibles según los criterios de susceptibilidad para Enterobacterias de la NCCLS (2010). Se empleó la cepa *Escherichia coli* (Escherich, 1885) ATCC 25922 como control de sensibilidad y la de *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884) ATCC 3359 como control de resistencia.

Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron reducir al mínimo el daño posible a los 318 animales incluidos en el estudio, así como al personal técnico del Laboratorio Provincial de Diagnóstico

Veterinario de Villa Clara, que estuvo involucrado en el análisis y procesamiento de los fragmentos de tejidos, estructuras y órganos, para de esta forma, poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos establecidos para estos casos. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados, somos responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (Declaración de Helsinki AMM, 2013).

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion ver XV-II / 2006. Se

aplicaron procedimientos descriptivos y gráficos. Pruebas de chi-cuadrado permitieron la comparación múltiple de proporciones en la evaluación de los porcentajes de resistencia de los aislamientos por especie animal y por grupos de *Salmonella*.

RESULTADOS

Identificación y serogrupo de *Salmonella* spp.

Salmonella spp. se identificó en el 15% de los animales domésticos investigados asociada a procesos infecciosos (Tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de animales domésticos infectados con *Salmonella* spp. en la provincia Villa Clara, 2016.

	Aves	Cerdos	Bovinos	Ovinos	Total
Cantidad de animales investigados	231	33	39	15	318
% con aislamiento de <i>Salmonella</i> spp.	14	15	15	13	15

Se identificaron 46 aislados de *Salmonella* spp., pertenecientes a los grupos B, C1, C2 y D (Fig. 1). El mayor número de aislados correspondió a los grupos D y B. Los aislados del grupo B provenían de aves, ovinos y bovinos; los del grupo D, provenían de bovinos, porcinos y aves; los del grupo C1, provenían de porcinos y del grupo C2 sólo se identificó un aislado proveniente de bovino.

El 72 % de los aislados se comportó como no fermentador de la lactosa y el 28 % restante fue fermentador de este carbohidrato, este comportamiento se observó en los aislados procedentes de todas las especies estudiadas. Dicha alerta debe tenerse en cuenta para el control de la calidad del diagnóstico.

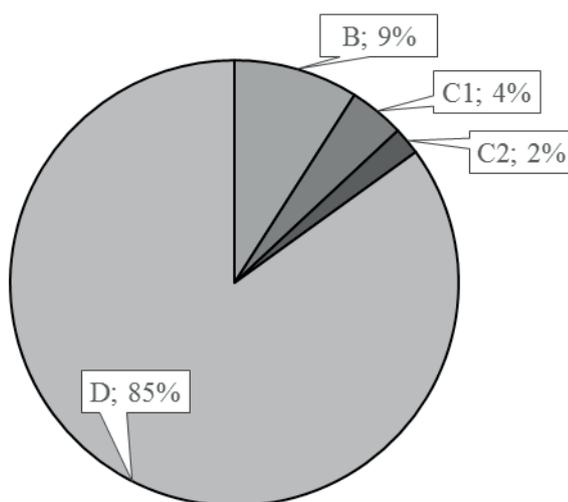


Figura 1. Clasificación por grupos de los aislados de *Salmonella* spp. de animales domésticos en la provincia Villa Clara (año 2016; n=46).

Susceptibilidad de *Salmonella* a los antimicrobianos

No se encontró resistencia a ciprofloxacina, gentamicina y cefotaxima (Tabla 2). La mayor resistencia se evidenció para ampicilina (46% de los aislados), sulfonamida, (28%), ácido nalidíxico (26%) y tetraciclina (22%) cuyos

porcientos de resistencia difieren entre si y para los demás antimicrobianos significativamente ($p < 0,05$; Tabla 2). Se encontró bajo porcentaje de resistencia para cloranfenicol (13%), amoxicilina/ácido clavulánico (13%), trimetoprim (9%), estreptomocina (7%) y neomicina (4%) (Tabla 2).

Tabla 2. Susceptibilidad mostrada por aislados de *Salmonella* spp. de animales domésticos investigados en Villa Clara (año 2016; n=46).

Antimicrobianos	% de aislados		
	S	I	R
Ampicilina (10 µg)	17	37	46 ^a
Cefotaxima (30 µg)	96	4	0 ^d
Neomicina (10 µg)	96	0	4 ^d
Ciprofloxacina (5 µg)	89	11	0 ^d
Trimetoprim (5 µg)	91	0	9 ^d
Cloranfenicol (30 µg)	87	0	13 ^{cd}
Ácido nalidíxico (30 µg)	35	39	26 ^b
Estreptomocina (25 µg)	93	0	7 ^d
Tetraciclina (30 µg)	20	58	22 ^{bc}
Gentamicina (10 µg)	100	0	0 ^d
Amoxicilina/ácido clavulánico (300 µg)	87	0	13 ^{cd}
Compuestos de Sulfonamida (300 µg)	70	2	28 ^b

Leyenda: a, b, c y d: valores con letras diferentes (provenientes de proporciones) difieren por comparación múltiple ($p < 0,05$). S, I y R: porcentaje de aislados sensibles, intermedios y resistente según la prueba Kirby-Bauer.

En el grupo B de *Salmonella* spp. se encontró la mayor resistencia frente a ampicilina, trimetoprim, cloranfenicol, amoxicilina/ácido clavulánico y compuestos de sulfonamida (75% ante cada antimicrobiano), a tetraciclina (50%) y a neomicina, ácido nalidíxico y estreptomocina (25%). Al grupo B, le siguió el D frente

a ampicilina (41%), ácido nalidíxico (26%), compuestos de sulfonamida (23%) y tetraciclina (20%) (Tabla 3). En el grupo C1 sólo se encontró resistencia frente a ácido nalidíxico (50%) y el grupo C2 fue 100% resistente a ampicilina y a compuestos de sulfonamida.

Tabla 3. Susceptibilidad a antimicrobianos en los grupos de *Salmonella* spp. aislados de animales domésticos en Villa Clara, 2016.

Antibióticos	D (n=39)			B (n=4)			C1 (n=2)			C2 (n=1)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Ampicilina	20	39	41	0	25	75	50	50	0	0	0	100
Cefotaxima	95	5	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Neomicina	97	0	3	75	0	25	100	0	0	100	0	0
Ciprofloxacina	87	13	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Trimetoprim	97	0	3	25	0	75	100	0	0	100	0	0
Cloranfenicol	92	0	8	25	0	75	100	0	0	100	0	0
Ácido nalidíxico	33	41	26	50	25	25	0	50	50	100	0	0
Estreptomocina	95	0	5	75	0	25	100	0	0	100	0	0
Tetraciclina	20	60	20	0	50	50	50	50	0	0	100	0
Gentamicina	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Amoxicilina/ácido clavulánico	92	0	8	25	0	75	100	0	0	100	0	0
Compuestos de Sulfonamida	74	3	23	25	0	75	100	0	0	0	0	100

En los aislados a partir de ovinos se encontró la mayor resistencia (100% de resistencia frente a ampicilina, trimetoprim, cloranfenicol, tetraciclina, amoxicilina/ácido clavulánico y compuestos de sulfonamida y 50% de resistencia frente a neomicina, ácido nalidíxico y estreptomocina), seguido de los aislados a partir de cerdos que mostraron un 60% de resistencia frente a ácido nalidíxico y 40 % de resistencia frente a ampicilina,

cloranfenicol, estreptomocina, tetraciclina y amoxicilina/ácido clavulánico (Tabla 4).

Se encontraron aislados 100% susceptibles a cefotaxima en bovinos, aves y ovinos, a neomicina en cerdos y aves, a ciprofloxacina en porcinos y ovinos, a trimetoprim en porcinos, a estreptomocina en bovinos y aves, y a gentamicina en todas las especies.

Tabla 4. Susceptibilidad a antimicrobianos de los aislados de *Salmonella* spp. en diferentes especies de animales domésticos en Villa Clara, 2016.

Antibióticos	Aves (n=33)			Cerdos (n=5)			Bovinos (n=6)			Ovinos (n=2)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Ampicilina	15	40	45	20	40	40	33	34	33	0	0	100
Cefotaxima	100	0	0	60	40	0	100	0	0	100	0	0
Neomicina	100	0	0	100	0	0	83	0	17	50	0	50
Ciprofloxacina	88	12	0	100	0	0	83	17	0	100	0	0
Trimetoprim	97	0	3	100	0	0	83	0	17	0	0	100
Cloranfenicol	97	0	3	60	0	40	83	0	17	0	0	100
Ácido nalidíxico	36	43	21	0	40	60	67	17	17	0	50	50
Estreptomocina	100	0	0	60	0	40	100	0	0	50	0	50
Tetraciclina	15	70	15	40	20	40	50	33	17	0	0	100
Gentamicina	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Amoxicilina/ácido clavulánico	97	0	3	60	0	40	83	0	17	0	0	100
Compuestos de Sulfonamida	76	0	24	80	20	0	50	0	50	0	0	100

Patrones de multiresistencia

Se encontraron 8 patrones de multiresistencia a antimicrobianos en los aislados de *Salmonella* spp. (Tabla 5). El 48% fue resistente a un solo antibiótico, el 13% resistente a dos antibióticos y el 15% lo fue a tres

o más antibióticos,

El 24% de los aislados fue susceptible a todos los antibióticos (pansusceptibles), esta pansusceptibilidad a todos los antibióticos probados es relevante, ya que genera seguridad en la elección de tratamientos en animales.

Tabla 5. Patrones de multiresistencia a antimicrobianos encontrados en aislados de *Salmonella* spp. procedentes de diferentes especies de animales domésticos en la provincia Villa Clara, 2016.

Patrones de multiresistencia	% de aislados (n=46)
AMP-S3	2
AMP-TE	9
NA-TE-S3	2
AMP-C- NA-S-TE-AMC	5
AMP-N-W-C-NA-TE-AMC-S3	2
AMP-W-C-AMC-S3	2
AMP-W-C-TE-AMC-S3	2
AMP-N-W-C-NA-S-TE-AMC-S3	2

Leyenda: NA, ácido nalidíxico; AMC, amoxicilina/ácido clavulánico; AMP, ampicilina; C, cloranfenicol; S, estreptomocina; N, neomicina; S3, compuestos de sulfonamida; TE, tetraciclina; W, trimetoprim.

Los patrones de resistencia en cada especie de animales domésticos (Tabla 6), muestran que en las aves prevaleció la resistencia a un antimicrobiano mientras que en los

porcinos y ovinos fue a más de tres, en el caso de los bovinos los comportamientos fueron similares en cada patrón.

Tabla 6. Porcentaje de multiresistencia de aislados de *Salmonella* spp. circulando en animales domésticos enfermos en la provincia Villa Clara, 2016.

Resistencia	Aves (n=33)	Cerdos (n=5)	Bovinos (n=6)	Ovinos (n=2)	Total (n=46)
A dos antimicrobianos	15	0	17	0	13
A tres o más antimicrobianos	6	40	17	100	15

Se concluye, que *Salmonella* spp. mostró resistencia mayoritariamente ante la ampicilina (46%), sulfonamida (28%), ácido nalidíxico (26%) y tetraciclina (22%), dicha tasa se eleva hasta el 75% ante la ampicilina, trimetoprim, cloranfenicol, amoxicilina/ácido clavulánico y sulfonamida entre los aislados del grupo B. No se encontró resistencia a la ciprofloxacina, gentamicina y cefotaxima. Los aislados de *Salmonella* spp. procedentes de ovinos y cerdos mostraron la mayor tasa de resistencia a los antimicrobianos. Se identificó *Salmonella* spp., en el 15 % de los animales domésticos que padecían procesos infecciosos, los aislados (n=46) estuvieron distribuidos entre los serogrupos B, C1, C2 y D, correspondiendo el mayor porcentaje a los grupos B y D, donde el 48 % de los aislados de *Salmonella* spp., fue resistente a un antibiótico, el 13% a dos antibióticos y el 15% a tres o más antibióticos, mientras que 24% fue susceptible a todos los antibióticos.

DISCUSIÓN

Los resultados de la identificación de *Salmonella* spp., en los animales domésticos investigados, coinciden con Robinault *et al.* (2008) y con Cook *et al.* (2011), en cuanto a la prevalencia de *Salmonella* spp., en aislados de origen animal. Este porcentaje es significativo (15%); además, si se tiene en cuenta que González *et al.* (1974), Lazo (1997) y Pérez (2002), mencionaron que en Villa Clara existe una población de *Salmonella* spp. antigénicamente diversa circulando en animales domésticos, que son riesgo potencial para la ocurrencia de episodios infecciosos o de ETA.

En relación con los aislados de *Salmonella* spp., pertenecientes a los grupos B, C1, C2 y D, los mismos coinciden con Llop *et al.* (2001), quienes plantearon, que estos serogrupos se encuentran entre los más frecuentemente aislados de *Salmonella* spp. Los aislados

del grupo B provenían de aves, ovinos y bovinos; los del grupo D, provenían de bovinos, porcinos y aves; los del grupo C1, provenían de porcinos y del grupo C2 sólo se identificó un aislado proveniente de bovino, por lo que estos resultados concuerdan en gran medida por los obtenidos por otros autores, en regiones y países distintos a Cuba (Cui *et al.*, 2009; Iovine *et al.*, 2015; Kuang *et al.*, 2015; Abraham *et al.*, 2019).

El comportamiento observado en los aislados procedentes de todas las especies estudiadas resultó ser un dato remarcable, porque según Rodríguez (2015), en años anteriores estas variantes fermentadoras solo se encontraban con frecuencia en bovinos jóvenes, lo que indica que esta propiedad está siendo adquirida por otras cepas de *Salmonella*, pudiendo tener implícito una mayor probabilidad de transmisión de propiedades entre bacterias como la resistencia a los antimicrobianos, lo cual concuerda con resultados obtenidos por otros autores al respecto (Gong *et al.*, 2013; CDC, 2014; Russell *et al.*, 2014; Kuang *et al.*, 2015).

No se encontró resistencia a ciprofloxacina, gentamicina y cefotaxima, coincidiendo con Pohli *et al.* (1991) y Lazo *et al.* (1997) que encontraron 100 % de sensibilidad a gentamicina en aislados provenientes de cerdos y con Sangal *et al.* (2010), quienes no encontraron resistencia a ciprofloxacina y casi nula a gentamicina. Gutiérrez *et al.* (2008) no reportaron resistencia a la ciprofloxacina. Según el Depósito de documentos de la FAO (2007), trimetoprim, cloranfenicol, los aminoglucósidos y las cefalosporinas de tercera generación muestran muy buena actividad frente a *Salmonella* spp., corroborándose este hecho en la presente investigación. Dichos resultados también coinciden con Lee *et al.* (2008), que encontraron 50% de resistencia para ampicilina, con Bouchrif *et al.* (2009), para tetraciclina y con Puig *et al.* (2011) y Sangal *et al.* (2010) para ampicilina y tetraciclina, sin embargo, Lynne *et al.* (2009) encontraron

mayor porcentaje de resistencia a la tetraciclina comparado con otros antimicrobianos probados. Otras investigaciones indican mayor prevalencia de resistencia a los betalactámicos (Zamora *et al.*, 2006; Camacho *et al.*, 2010). La resistencia de los aislados frente a estos antimicrobianos pudiera ser consecuencia del uso continuado en nuestras condiciones de producción sin previa investigación de antibiorresistencia y al tratamiento de enteropatías leves donde no están indicados según el Bayer (2008), precisamente por el riesgo de generar resistencias.

En el caso de la tetraciclina, *Salmonella* puede limitar su acumulación principalmente por bombas de eflujo; que son mecanismos activos especializados en expulsar los antimicrobianos que logran penetrar la bacteria, manteniéndolos así en concentraciones bajas en el citoplasma (Roberts, 1996; CDC, 2014; Pantuzza *et al.*, 2018). En general, la resistencia a betalactámicos, tetraciclina, cloranfenicol y trimetoprim-sulfametoxazol está siendo reportada con frecuencia a escala mundial (CDC, 2014; Russell *et al.*, 2014; Kuang *et al.*, 2015; Pantuzza *et al.*, 2018). En Cuba numerosos estudios reportan un alto porcentaje de cepas de *Salmonella* spp., resistentes a ampicilina, cloranfenicol, ácido nalidíxico y trimetoprim/sulfametoxazol en humanos y cerdos (Sabaté & Prat, 2002; de la Fé-Rodríguez *et al.*, 2012).

La mayoría de los géneros de enterobacterias son naturalmente sensibles a Aminoglicósidos, por lo que la escasa resistencia mostrada a neomicina y estreptomycin pudiera deberse al mecanismo de inactivación enzimática por mutaciones ocurridas producto de la frecuencia de utilización en nuestras condiciones de producción ya que según Wright (2010) y Navarro *et al.* (2011), este mecanismo es el principal generador de resistencia a este grupo de antimicrobianos. La aparición de *Salmonella* resistente al ácido nalidíxico es una constante en casi toda América y es una alerta porque estudios realizados en *Salmonella* spp. han demostrado que la resistencia a este antibiótico estaría indicando sensibilidad disminuida frente a Fluoroquinolonas (Balbachán *et al.*, 2004).

En estudios realizados en diferentes países de Europa, EE. UU, China y México, se ha demostrado resistencia al ácido nalidíxico en *Salmonella*, tanto en cepas de procedencia humana, como de origen animal y alimentario (Cui *et al.*, 2009; CDC, 2014; Kuang *et al.*, 2015; Ledmoñ *et al.*, 2019). Igualmente, se han encontrado cepas resistentes a cefalosporinas de tercera generación portadoras de betalactamasas de amplio espectro (BLEA) (Harbarth & Samore, 2005; CDC, 2014; Kuang *et al.*, 2015; Pantuzza *et al.*, 2018), a lo cual debemos prestar especial atención

ya que pudieran estar implicadas en sensibilidades intermedias a cefotaxima encontrada en el presente estudio.

En el grupo B de *Salmonella* spp. se encontró la mayor resistencia frente a ampicilina, trimetoprim, cloranfenicol, amoxicilina/ácido clavulánico y compuestos de sulfonamida, coincidiendo con Bermúdez *et al.* (2014), quienes encontraron porcentos relativamente altos de *Salmonella* grupo B resistentes a ampicilina, cloranfenicol y trimetoprim, mientras que en el grupo C1 sólo se encontró resistencia frente a ácido nalidíxico y el grupo C2 fue 100% resistente a ampicilina y sulfonamida, este hecho nos alerta sobre la inefectividad de estos dos antimicrobianos en dicho grupo, coincidiendo con otros autores al respecto (CDC, 2014; Pantuzza *et al.*, 2018; Abraham *et al.*, 2019).

En los aislados a partir de ovinos se encontró la mayor resistencia, seguido de los aislados a partir de cerdos que mostraron un 60% de resistencia frente a ácido nalidíxico y 40 % de resistencia frente a ampicilina, cloranfenicol, estreptomycin, tetraciclina y amoxicilina/ácido clavulánico, lo cual coincide con Nugoma *et al.* (1993) para estreptomycin y tetraciclina, y con Bermúdez *et al.* (2014) que reportaron resistencia del 41,94% a ampicilina. Usera *et al.* (2002), hallaron aislados a partir de cerdos considerablemente más resistentes que los de otras especies. Según Pérez (2002), los aislados de cerdos exhibieron resistencia común a ampicilina, estreptomycin y tetraciclina, en nuestra investigación se obtuvieron resultados similares. Sin embargo, Ibar *et al.* (2009), realizaron un estudio en cerdos donde *Salmonella* fue resistente a tetraciclina (25,8%), cloranfenicol (23,7%), estreptomycin (23,7%), trimetoprim-sulfametoxazol (21,5%), ampicilina (19,4%) y a ácido nalidíxico (3,2%) mostrando resistencias inferiores a las encontradas en nuestro reporte. Pulecio-Santos *et al.* (2015), encontraron que el 93% de los aislados de *Salmonella* mostraron resistencia a la tetraciclina, resultando ser el antimicrobiano menos efectivo dentro de su estudio.

La resistencia observada puede deberse al mal empleo o al uso irracional de antibióticos sin investigación de antibiorresistencia en estas especies (Gong *et al.*, 2013; CDC, 2014; Russell *et al.*, 2014). En cerdos hay que destacar que *Salmonella* pertenece al grupo de Enfermedades Rojas y es difícil diferenciar clínicamente la enfermedad producida por ella de las producidas por otros agentes etiológicos de dicho síndrome, por lo que los tratamientos antimicrobianos se aplican sin un diagnóstico confirmativo, sin previo aislamiento bacteriológico del germen y la realización de pruebas de

susceptibilidad antimicrobiana, lo que implica el riesgo aumentar la presión de selección de cepas resistentes, y demás mecanismos de aparición y transmisión de la resistencia (de la Fe-Rodríguez *et al.*, 2012; Gong *et al.*, 2013; CDC, 2014). El mayor porcentaje de aislados 100% susceptibles se encontró en porcinos y aves, esto puede deberse a que dichos antimicrobianos a pesar del uso continuado conservan buena actividad frente a *Salmonella* spp., en dichas especies, además las aves están sujetas a constante investigación por la importancia de la transmisión de *Salmonella* en el huevo al humano. Hao *et al.* (2012) registraron resistencias mayores que las encontradas en la presente investigación a ampicilina (90%) en cepas de *S. ser. enteritidis* aisladas de canales de aves.

De los ocho patrones de multiresistencia a antimicrobianos en los aislados de *Salmonella* spp. (48% fue resistente a un solo antibiótico, 13% resistente a dos antibióticos y el 15% lo fue a tres o más antibióticos), dichos resultados, no coinciden con los obtenidos por Zamora *et al.* (2006), que encontraron el 43% de los aislados resistentes a dos antibióticos, 20% resistente a tres o más y no observaron resistencia en el 14% de los aislados. Farzan *et al.* (2011), hallaron resistencia a uno o más antimicrobianos en más de la mitad de los aislados de *Salmonella* spp. en Canadá.

Sin embargo, nuestros resultados se acercan a los obtenidos por Usera *et al.* (2002) en España que hallaron la gran mayoría de los cultivos de *Salmonella* spp. resistentes a al menos un antimicrobiano de 12 probados. El 24% de los aislados fue susceptible a todos los antibióticos (pansusceptibles), no coincidiendo con Sangal *et al.* (2010) que encontraron más de la mitad de los aislamientos de *Salmonella* spp. pansusceptibles. Aun siendo inferior a la encontrada por dichos autores, esta pansusceptibilidad a todos los antibióticos probados es relevante debido a que genera seguridad en la elección de tratamientos en animales y es indicativo de que hay cepas que no se han visto afectadas por la transmisión de resistencias. Ensayos realizados desde 1997 hasta 2003 en los EE.UU en cepas aisladas de animales, la tasa de resistencia a un sólo medicamento se mantuvo relativamente estable. Sin embargo, la cantidad de serotipos de *Salmonella* resistentes a más de cinco fármacos, ha aumentado desde un 11% hasta un 20% (Balbachán *et al.*, 2004). Estudios como el de Ibar *et al.* (2009), han revelado que una sola cepa fue resistente a más de 10 antibióticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, S.; O'Dea, M.; Sahibzada, S.; Hwson, K.; Pavic, A.; Veltman, T., Abraham, R., Harris, T., Trott, D.J. & Jordan, D. 2019. *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. isolated from Australian meat chickens remain susceptible to critically important antimicrobial agents. PLOS ONE, 14: e0224281.
- Balbachán, E.; Merino, L.A.; Merino, D.E.; Balbachán, M.L. & Miranda, O.A. 2004. *Sistema de Información Regional para la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (SIRVETA)*. Brotes de ETA ocurridos, Argentina, 2000-2002. INPPAZ OPS/OMS. URL <panalimentos.org/sirveta> leído el 1 de febrero del 2016.
- Barreto, G.; Sedrés, M.; Rodríguez, H. & Guevara, G. 2010. Agentes bacterianos asociados a brotes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) aislados de coprocultivos. Revista Electrónica de Veterinaria, 11: 1695-7504.
- Bayer. 2008. *Handbook for Zoonotic Diseases of Companion Animals*. 2008. 1st ed. pp. 214-221.
- Bermúdez, D.P.M.; Rincón, G.S.M. & Suárez, A.M.C. 2014. Evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* spp., aisladas del beneficio porcino en Colombia. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 32: 88-94.
- Betancourt, X.; Sierra, A.; García, R. & Ramírez, R. 1984. Distribución de los serotipos de *Salmonellas* en los cerdos de la Provincia de La Habana. Revista Cubana de Ciencias Veterinarias, 15: 134-137.
- Binter, C.; Straver, J.M.; Häggblom, P.; Bruggeman, G.; Lindqvist, P.A. & Zentek J. 2011. Transmission and control of *Salmonella* in the pig feed chain: a conceptual model. International Journal of Food Microbiology, 145 (S1): 7-17.
- Bonardi, S.; Alpigiani, I., Bruini, I.; Barilli, E.; Brindani, F. & Morganti, M. 2016. Detection of *Salmonella enterica* in pigs at slaughter and comparison with human isolates in Italy. International Journal of Food Microbiology, 218: 44-50.

- Bouchrif, P.B.; Murgia, M.; Piana, A.; Cohen, N. & Mustapha, M. 2009. Prevalence and antibiotic-resistance of *Salmonella* isolated from food in Morocco. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 3: 35-40.
- Camacho, O.; Acedo, L.; Moreno, G.; Sánchez, R.; Castellón, L. & Navarro, M. 2010. Detección de *Salmonella* resistente a los antibióticos en vísceras de pollo. *Biocencia*, 12: 3-11.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). 2014. *Antibiotic Resistance Threats in the United States*, 2013-2014. Available online at: <http://www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/>
- Crim, S.; Iwamoto, I.; Huang, J.; Griffin, P.; Gilliss, D. & Cronquist, A. 2014. Incidence and trends of infection with pathogens transmitted commonly through food - Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2006-2013. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*, 63: 328-332.
- Cook, A.; Reid, R.; Irwin, R.; McEwen, S., Young, V. & Ribble, C. 2011. Antimicrobial resistance in *Campylobacter*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* isolated from retail grain-fed veal meat from southern Ontario, Canada. *Journal of Food Protection*, 74: 1245-1251.
- Cui, S.; Li, J.; Sun, Z.; Hu, C.; Jin, S.; Li, F.; Guo, Y.; Lu, R. & Ma, Y. 2009. Characterization of *Salmonella enterica* isolated from infants and toddlers in Wuhan, China. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 63: 87-94.
- Declaración de Helsinki de la AMM. 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. 9 pp.
- de la Fé-Rodríguez, P.Y.; Kiiru, J.N.; Martin, L.O.; Muñoz, E.C.; Butaye, P.; Cox, E. & Goddeeris, B.M. 2012. Characterization and clonal grouping of pathogenic *Escherichia coli* isolated from intestinal contents of diarrheic piglets in Villa Clara province, Cuba, according to their antibiotic resistance and ERIC-PCR profiles. *Veterinary Microbiology*, 154: 425-428.
- Fajardo, A.; Méndez, F. & Molina, L. 2011. Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano: Revisión. *Universitas Scientiarum*, 16: 77-91.
- FAO. 2007. *Uso de antimicrobianos en animales de consumo. ¿Cuáles son los riesgos de la presencia de antimicrobianos en alimentos?* URL <fao.org> leído el 16 de julio del 2016.
- Farzan, A.; Friendship, R.M.; Dewey, C.E.; Poppe, C. & Funk, J. 2011. Evaluation of the risk factors for shedding *Salmonella* with or without antimicrobial resistance in swine using multinomial regression method. *Zoonoses and Public Health*, 57: 85-93.
- Gong, J.; Xu, M.; Zhu, C.; Miao, J.; Liu, X.; Xu, B. & Jia, X. 2013. Antimicrobial resistance, presence of integrons and biofilm formation of *Salmonella pullorum* isolates from Eastern China (1962-2010). *Avian Pathology*, 42: 290-294.
- González, J.A.; Silveira, E. & Llorens, F. 1974. *Serotipos de Salmonella aislados de diferentes especies*. Primer Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Habana, Cuba.
- Gutiérrez, M.; Granda, A. & Bonachea, H. 2008. Determinación de la sensibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, aisladas de alimentos. *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*, 31: 15-19.
- Hao, T.; Hoang, K.; Smooker, P. & Coloe, P. 2012. The antibiotic resistance characteristics of non-typhoidal *Salmonella enterica* isolated from food-producing animals, retail meat and humans in South East Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 154: 90-106.
- Harbarth, S. & Samore, M. 2005. Antimicrobial resistance determinants and future control. *Emerging Infectious Diseases*, 11: 794-801.
- Ibar, M.; Vigo, G., Pineyro, P., Caffer, M.; Quiroga, P.; Perfumo, C.; Centron, C. & Giacoboni, G. 2009. Serovariedades de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* en porcinos y su resistencia a los antimicrobianos. *Revista Argentina de Microbiología*, 41: 156-162.

- Iovine, R.; Dejuste, C.; Miranda, F.; Filoni, C.; Galvão, B.M. & de Calvalho, V.M. 2015. Isolation of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. from free-ranging wild animals. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46: 1257-1263.
- Kebede, A.; Kemal, J.; Alemayehu, H. & Habte, S.M. 2016. Isolation, Identification and Antibiotic Susceptibility Testing of *Salmonella* from Slaughtered Bovines and Ovines in Addis Ababa Abattoir Enterprise, Ethiopia: A cross-Sectional Study. *International Journal of Bacteriology*, 2016: 3714785.
- Kuang, X.; Hao, H.; Dai, M.; Wang, Y.; Ahmad, I.; Liu, Z. & Yuan, Z. 2015. Serotypes and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* spp. isolated from farm animals in China. *Frontiers in Microbiology*, 6: 1-11.
- Lazo, L. 1997. *Impacto sanitario de la salmonelosis porcina en la provincia de Villa Clara*. Tesis de Maestría. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Lee, K., Lee, M.; Lim, J.; Jung, J.; Park, Y. & Lee, Y. 2008. Contamination of chicken meat with *Salmonella enterica* serovar haardt with nalidixic acid resistance and reduced fluoroquinolone susceptibility. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18: 1853-1857.
- Ledmoń, A.; Rzewuska, M.; Czopowicz, M.; Kizerwetter-Świda, M.; Chrobak-Chmiel, D. & Szeleszczuk, P. 2019. Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* spp., isolated from domestic pigeons *Columba livia* var. domestica in 2007-2017 in Poland. *Med Water*, 75: 735-737.
- Lynne, A.; Kaldhone, P.; David, D.; White, D. & Foley, S. 2009. Characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serotype Heidelberg isolated from food animals. *Foodborne Pathogens and Disease*, 6: 207-215.
- Llop, A.; Valdés, D.; Vivanco, M. & Zuazo, J.L. 2001. *Microbiología y Parasitología Médicas*. Tomo I. pp. 89-92.
- Llorens, F. 1986. *Epizootiología, Diagnóstico y Control de la Salmonella en Cuba*. Tesis de Doctorado. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Navarro, F.; Miró, E. & Otero, B.M. 2011. *Lectura interpretada del antibiograma de enterobacterias Servicio de Microbiología*. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Universitat Autònoma de Barcelona. España. URL <sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba> leído el 15 de septiembre del 2016.
- NCCLS (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2010. *Performance standards for antimicrobial disk dilution susceptibility test for bacteria isolated from animals*, 3rd ed. Approved standard M31-A3. URL <microinmuno.qb.fcen.uba.ar> leído el 12 de enero del 2016.
- NC (Norma cubana) 55-09/1986. 1986. *Control bacteriológico para el diagnóstico de Salmonelosis*. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- NRA (Norma ramal de la agricultura) 1009/1989. 1989a. *Siembra Bacteriológica*. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- NRA (Norma ramal de la agricultura) 1010/1989. 1989b. *Clasificación Microbiológica*. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- Nugoma, M.; Suzuki, A.; Takashima, I. & Sato, G. 1993. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* and *Salmonella* from apparently healthy slaughtered cattle and pigs, and diseased animal in Zambia. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 41: 1-10.
- Pantuzza, R.C.; Clark, X.R.G.; Gomes, L.C.A.; Facury, F.E.J.; de Calvalho, A.U.; Mello, V.F.; Lopes, I.H.; Lobato, E.O.; Faria, F.C. & Silveira, R.O.S. 2018. Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of *Salmonella* serovar Ndolo isolated from outbreaks in cattle and horses. *Ciência Rural*, Santa Maria, 48: 1-7.
- Pérez, I. 2002. *Valoración in vitro de la dinámica del grado de susceptibilidad en serovariantes de Salmonellas aisladas en cerdos*. Tesis de Maestría. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Pohli, P.; Verlinder, M.; Lintermasi, P.; Robaey, G.; Stockamas, F. & Robaey, V. 1991. Antibiógrammes des enterobacteries pathogenes pour les animaux delevage et les pigeons, isolees en Belgique de 1986-1990. *Annales de Medecine Veterinaire*, 135: 101-108.

- Pui, C.F. ; Wong, W.C. ; Chai, L.C., Tunung, R. ; Jeyaletchumi, P. & Noor Hidayah M.S. 2011. *Salmonella*: A foodborne pathogen. International Food Research Journal, 18: 465-473.
- Puig, Y.; Leyva, V. & Kely, T. 2008. Estudio de la susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella* spp. aislada de alimento. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 7: 1-9.
- Puig, Y.; Hernández, M.; Leyva, V.; Aportela, N.; Machin, N. & Soto, P. 2011. Serovariedades y patrones de susceptibilidad a los antimicrobianos de cepas de *Salmonella* aisladas de alimentos en Cuba. Revista Panameña de Salud Pública, 30: 561-565.
- Pulecio-Santos, S.; Bermúdez-Duarte, P. & Suárez Alfonso, M.C. 2015. Susceptibilidad antimicrobiana de aislamientos de *Salmonella enterica* obtenidos del pre-beneficio y de porcinos en Colombia. Revista de Salud Pública, 17: 106-119.
- Roberts, M.C. 1996. Tetracycline resistance determinants: mechanisms of action, regulation of expression, genetic mobility, and distribution. Federation of European Microbiological Societies (FEMS) Microbiology Reviews, 19: 1-24.
- Robinault, C.; Houdayer, C.; Rouxel, S.; Labbé, A.; Tircot, A. & Denis, M. 2008. Estimation de la prévalence de l'infection par *Salmonella* spp. des porcs charcutiers français à l'abattoir. Journées Recherche Porcine, 40: 49-50.
- Rodríguez, E. 2010. Control de la salmonelosis en avicultura de puesta. Revista Albéitar, 137: 28-31.
- Rodríguez, L. 2015. *Comunicación personal*. Especialista en Microbiología. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Russell, S.B.; Emilio, E.D.; Kevin, L.; Winthrop, J.A.; Lapidus, R.V. & Paul, R.C. 2014. Travel-associated antimicrobial drugresistant nontyphoidal *Salmonellae*, 2004-2009. Emerging Infectious Diseases, 20: 603-611.
- Sabaté, M. & Prats, G. 2002. Estructura y función de los integrones. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 20: 341-345.
- Sangal, V.; Harbottle, H.; Mazzoni, C.J; Helmuth, R.; Guerra, B.; Didelot, X.; Paglietti, B.; Rabsch, W.; Brisse, S.; Weill, F.X.; Roumagnac, P. & Achtman, M. 2010. Evolution and population structure of *Salmonella enterica* serovar Newport. Journal of Bacteriology, 192: 6465-6476.
- Threlfall, E.J.; Ward, L.R.; Frost, J.A. & Willshaw, G.A. 2011. The emergence and spread of antibiotic resistance in food-borne bacteria. International Journal of Food Microbiology, 62: 1-5.
- Usera, M.A.; Aladueña, A.; González, R.; De la Fuente, M.; García-Peña, J.; Frías, N. & Echeita, M.A. 2002. Antibiotic resistance of *Salmonella* spp. from animal sources in Spain in 1996 and 2000. Journal of Food Protection, 65: 768-773.
- Wright, G.D. 2010. Antibiotic resistance: where does it come from and what can we do about it? Wright BMC Biology, 8: 123.
- Zamora, J.M.; Chaves, C. & Arias, M.L. 2006. Comparison of the antibiotics sensibility pattern of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. strains isolated from food with clinical origin samples. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56: 171-174.

Received January 11, 2020.

Accepted March 25, 2020.