

## AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y PATRÓN DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE *SALMONELLA* SPP. EN PRIMATES EN CAUTIVERIO

### ISOLATION, IDENTIFICATION AND ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY PATTERN OF *SALMONELLA* SPP. IN PRIMATES IN CAPTIVITY

RIVERA, C. LUIS GABRIEL<sup>1\*</sup> MVZ, ORTEGÓN, C. LUIS HERNANDO<sup>†</sup> MSc,  
ESTRADA, C. GLORIA<sup>2</sup> PhD, GRANJA, S. YURY TATIANA<sup>3</sup> MSc, NUÑEZ, R.  
JOSÉ MIGUEL Est. MVZ<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Estudiante de Maestría Universidad Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Fac. de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Dpto. de Patología Veterinaria, Posgraduación Medicina Veterinaria, Jaboticabal, SP, Brasil. <sup>†</sup> En memoria de nuestro Profesor de la Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Florencia, Caquetá, Colombia. <sup>2</sup> Profesora Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Florencia, Caquetá, Colombia. <sup>3</sup> Estudiante de Doctorado Universidad Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Producción Animal, Programa Posgraduación Zootecnia, Jaboticabal, SP, Brasil. <sup>4</sup> Estudiante Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Florencia, Caquetá, Colombia.

Correspondencia: \* [lgriveramvz@gmail.com](mailto:lgriveramvz@gmail.com)

Recibido: 25-04-2013; Aceptado: 31-06-2013.

### Resumen

La salmonelosis es considerada la zoonosis más difundida en la tierra, su amplitud de huésped animal ha permitido una rápida expansión de sus diferentes serotipos en el hombre, aumentando en los últimos años la severidad en los trastornos gastrointestinales y la resistencia de la bacteria a los tratamientos convencionales. El conocimiento de dicha resistencia tiene como objetivo el desarrollo de estrategias de prevención y control frente al microorganismo, además de definir el antimicrobiano de elección para su tratamiento. En el presente estudio se aisló e identificó *Salmonella* por medio de un muestreo coprológico en diez primates en cautiverio. Las colonias sospechosas observadas en los medios de cultivo de alta selectividad se sometieron a pruebas bioquímicas específicas y a la prueba de aglutinación látex para confirmar el aislamiento de las cepas. Se realizó la técnica Kirby-Bauer, en la cual el 80 % de los individuos resultaron positivos a *Salmonella* spp. En los trece antibiogramas elaborados se observó 100 % de resistencia bacteriana a los antimicrobianos: vancomicina, clindamicina, eritromicina y penicilina G; un 76,92 % de resistencia a tetraciclina, seguida de 30,76 % a estreptomycin y cloranfenicol. La resistencia más baja fue de 7,69 % a amicacina y ceftriaxona. Esta investigación contribuye al conocimiento del patrón de sensibilidad de *Salmonella* spp. en primates mantenidos en cautiverio

en el Hogar de Paso de Fauna Silvestre (HPFS) ubicado en la zona rural del municipio de Florencia (Caquetá - Colombia), y evidencia el aumento de resistencia en varios antimicrobianos como el cloranfenicol y la tetraciclina según estudios realizados con otras especies silvestres en este HPFS.

**Palabras claves:** antimicrobianos, resistencia, Primates, Salmonela.

### Abstract

The salmonellosis is considered the zoonoses most diffused in the earth, his amplitude of host animal has permitted a rapid expansion of the different serotypes in humans, increasing in recent years the severity of gastrointestinal disorders and the resistance of bacteria to conventional treatments. Knowledge of this resistance has as objectives develop strategies of prevention and control against the microorganism, further of define the antimicrobial of election for treatment. In the present study was isolated and identified *Salmonella* through a coprology sample in ten primates in captive. The colonies suspicious were subjected a biochemical tests and latex agglutination test for confirm the isolation of strains; to later perform the technique Kirby-Bauer. At finalize the test eight of ten primates sampled were positive for *Salmonella* spp. In the thirteen antibiograms elaborate was observed 100 % of resistance bacterial to antibiotics: vancomycin, clindamycin, erythromycin and penicillin G; a 76,92% resistance to tetracycline, followed by (30,76 %) to streptomycin and chloramphenicol. The resistance was lower (7,69 %) to amikacin and ceftriaxone. This investigation contributes to the knowledge of the sensibility pattern of *Salmonella* in primates maintained in captive in the step homer for wildlife located in the rural municipality of Florencia (Caquetá-Colombia), and evidence the increasing of resistance in various antimicrobials as chloramphenicol and tetracycline according to studies with other wildlife in this property.

**Key words:** antimicrobials, resistance, Primates, Salmonela.

### Introducción

El aislamiento e identificación del género *Salmonella* comenzó en el año de 1884 por el Dr. Eberth en un paciente humano que falleció a causa de fiebre tifoidea (LE MINOR, 1994). A partir de su descubrimiento la *Salmonella* fue objeto de sucesivas modificaciones en lo que respecta a su nomenclatura y taxonomía (TINDALL *et al.*, 2005); contando actualmente con más de 2500 serotipos que a menudo se clasifican de acuerdo con su adaptación a los animales (CAFER *et al.*, 2008).

La amplitud de huésped animal de este enteropatógeno ha permitido una rápida expansión de sus diferentes serotipos en el hombre; excluidos *S. typhi* y los serotipos paratíficos (en particular A y C) que son específicas para esta especie, todas las demás infecciones por *Salmonella* se pueden considerar

como zoonosis, siendo considerada la enfermedad zoonótica más difundida en la tierra (ACHA y SZYFRES, 2001). Esta situación ha puesto en emergencia a la Organización Mundial de la Salud (OMS) que junto con expertos han elaborado pautas para el control y prevención de la enfermedad en humanos y animales, como también normas para evitar la expansión de la resistencia antimicrobiana (BOPP y WELLS, 2003).

Entre la fauna silvestre que actúa como reservorio de *Salmonella* spp. se pueden resaltar los primates no humanos y otros mamíferos como: ratones, cobayos y conejos; los reptiles especialmente las tortugas también portan el microorganismo (CRIADO *et al.*, 2000). El riesgo de contagio por primates no humanos capturados en la naturaleza es mayor que los que se encuentran en un entorno definido (zoológicos, centros de valoración y rehabilitación de fauna o institutos de investigaciones biomédicas), por lo que aquellos individuos que son mantenidos como mascotas son potenciales propagadores de la enfermedad (OIE, 2010).

En el orden de los primates la *Salmonella* ha sido documentada ampliamente en monos del viejo mundo que se mantienen en cautiverio para ser enviados a centros de investigación, así como especímenes ubicados en zoológicos y en áreas naturales definidas. Sin embargo, poco se sabe de la microbiota bacteriana y su potencial patogénico en lo que concierne a los primates del nuevo mundo (CORONADO *et al.*, 2004), en estos animales se ha realizado mayor énfasis en estudios de fauna parasitológica (STUART *et al.*, 1998). Actualmente son insuficientes los trabajos donde se determinan la resistencia y susceptibilidad de *Salmonella* spp. a diferentes antimicrobianos que se administran normalmente en primates del nuevo mundo, motivo por el cual la presente investigación permitió identificar el patrón de sensibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* asiladas por muestreo coprológico en primates no humanos albergados en el Hogar de Paso de Fauna Silvestre (HPFS) propiedad de la Uniamazonia, de modo que se puedan establecer estrategias efectivas de prevención y control frente a *Salmonella* spp., definiendo además el antimicrobiano de elección en caso de realizar tratamiento en estas especies.

### **Materiales y métodos**

El Estudio se realizó en el HPFS de la granja Santo Domingo perteneciente a la Universidad de la Amazonia, ubicada a 7 Km del municipio de Florencia vía Morelia (Caquetá-Colombia). Fueron seleccionados diez primates de las especies, *Alouatta seniculus* (1), *Saimiri sciureus* (1), *Lagothrix lagotrichia* (6), *Cebus albifrons* (1) y *C. apella* (1); de cada animal se colectaron tres muestras coprológicas seriadas para conferir el aislamiento de cepas de *Salmonella* spp.

El muestreo coprológico se ejecutó antes de la alimentación matinal; se utilizaron hisopos estériles cultura Swab Plus BBL<sup>®</sup>, los cuales fueron enviados al laboratorio de Microbiología de la Uniamazonia. Las muestras se inocularon en el caldo de enriquecimiento Rappaport Oxoid<sup>®</sup>. El caldo se incubó durante 18 horas a 37 °C; tras la incubación, se procedió al cultivo de las bacterias en medios selectivo-diferenciales. Se siguió el protocolo para el aislamiento e identificación de *Salmonella* spp. elaborado por ORTEGON (2004).

Las primeras colonias se sembraron en Agar Mac Conkey; estas se incubaron durante 24 horas a 35 °C. Las colonias representativas se subcultivaron en agares de mediana selectividad: Agar Entérico Hektoen y Agar Salmonella-Shigella. Finalmente, las colonias morfológicamente sospechosas se sembraron en medios de alta selectividad: Agar Verde Brillante (VB) y Agar Sulfito de Bismuto (SB); de estos últimos agares se extrajeron colonias para tamizaje bioquímico en Agar Hierro Triple Azúcar (TSI por su sigla en Inglés) y Agar Hierro Lisina (LIA) de acuerdo con CAFFER *et al.*, (2008). Estas pruebas bioquímicas sólo permitieron identificar presuntivamente *Salmonella* spp., por lo que fue necesario someter las bacterias a la prueba de aglutinación látex (Wellcolex Colour Salmonella<sup>®</sup>); en esta se utilizó un reactivo látex mezclado con la suspensión de colonias sospechosas del tamizaje bioquímico; la reacción resultó positiva dos minutos después de ejecutarse la prueba, al comprobarse cambio de color y textura del látex. Este test puede ser positivo para *Salmonella* en los serogrupos A, B, C, D, E, G y el antígeno Vi con una sensibilidad del 100% y especificidad > 98% (OXOID, 2007).

Después de la prueba de aglutinación látex, se procedió a determinar la sensibilidad de las cepas de *Salmonella* spp. ante doce antimicrobianos, utilizando el método de difusión en agar mediante discos de Kirby-Bauer (BAUER *et al.*, 1966). Los antibióticos que se utilizaron fueron: Tetraciclina (TE30), Cloranfenicol (C30), Ciprofloxacina (CIP5), Ácido nalidíxico (NA30), Estreptomina (S10), Ceftriaxona (CRO30), Amicacina (AN 30), Trimetoprim-Sulfametoxazol (SXT), Eritromicina (E15), Vancomicina (VA30), Clindamicina (CC2) y Penicilina G (P10).

La zona de inhibición de cada antibiótico fue medida con la regla Hi MEDIA<sup>®</sup>. Los resultados se interpretaron con los estándares de inhibición antimicrobiana emitidos por la National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCCLS) en el año 2010. En la Tabla 1 se observan los estándares de medición de los halos para determinar el nivel de sensibilidad de *Salmonella* spp. a diferentes antibióticos.

**Tabla 1.** Interpretación del diámetro de la zona de inhibición para los doce antimicrobianos seleccionados contra *Salmonella* spp. (NCCLS, 2010)

Agente antimicrobiano	Diámetro de la zona de inhibición en (mm)				
	Sigla	Potencia del disco (µg)	Resistencia	Intermedio	Susceptible
Tetraciclina	TE30	30µg	≤ 14mm	15 – 18mm	≥ 19mm
Cloranfenicol	C30	30µg	≤ 12mm	13 – 17mm	≥ 18mm
Ciprofloxacina	CIP5	5µg	≤ 15mm	16 – 20mm	≥ 21mm
Ácido nalidíxico	NA30	30µg	≤ 13mm	14 – 18mm	≥ 19mm
Estreptomina	S10	10µg	≤ 11mm	12 – 14mm	≥ 15mm
Ceftriaxona	CRO30	30µg	≤ 13mm	14 – 20mm	≥ 21mm
Amicacina	AN30	30µg	≤ 14mm	15 – 16mm	≥ 17mm
Trimetoprim/ Sulfametoxazol	SXT	1,25/23,75µg	≤ 10mm	11 – 15mm	≥ 16mm
Eritromicina	E15	15µg			
Vancomicina	VA30	30µg			
Clindamicina	CC2	2µg			
Penicilina G	P10	10µg			

En la Tabla 1 el diámetro de la zona de inhibición es equivalente a la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), una concentración por debajo de la CIM califica a la bacteria como resistente, los valores intermedios como de moderadamente sensibles y concentraciones por encima de la CIM como altamente sensible.

Se utilizó estadística descriptiva para la interpretación de los datos obtenidos, incluyendo el promedio y medidas de dispersión (varianza y desviación estándar). Además se elaboraron gráficas para comprender el comportamiento antimicrobiano contra *Salmonella* spp. y facilitar la identificación de la resistencia de la bacteria a cada antibiótico seleccionado.

## Resultados

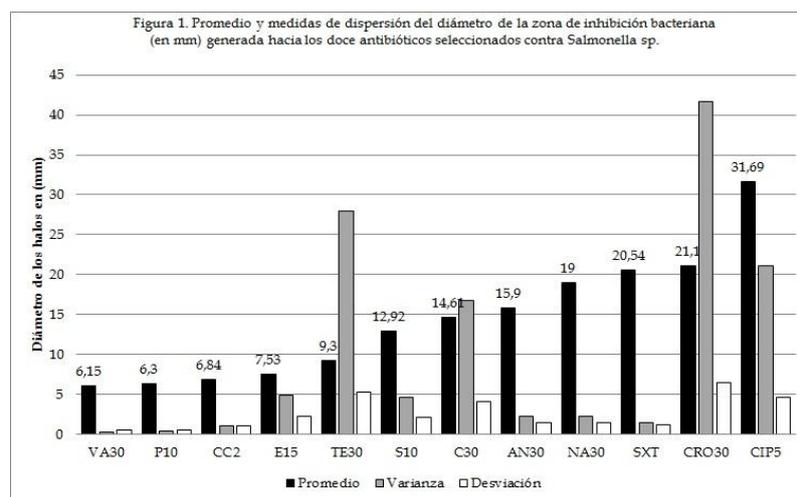
Se evidenció resistencia de *Salmonella* spp., desde la primera lectura en cuatro antibióticos: vancomicina (VA30), penicilina G (P10), clindamicina (CC2) y eritromicina (E15); en los tres primeros se observaron halos de inhibición del crecimiento bacteriano menores de 10 mm de diámetro, mientras que en la eritromicina el mayor halo fue de 13 mm.

Por su parte, tetraciclina (TE30) que presentó un nivel intermedio de acción antimicrobiana en las primeras tres lecturas, comenzó a generar una

disminución en su diámetro de inhibición bacteriana a partir de las lecturas siguientes; obteniendo al concluir la prueba una acción nula frente a *Salmonella* spp. Este comportamiento explica los altos valores en varianza y desviación estándar de la tetraciclina respecto a los otros antimicrobianos.

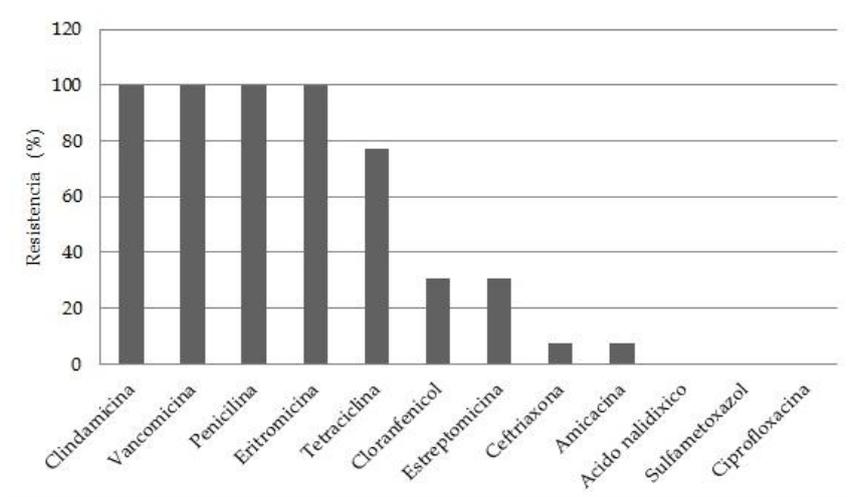
Los antimicrobianos que arrojaron sensibilidad intermedia fueron: estreptomicina (S10), cloranfenicol (C30) y amicacina (AN30), presentando mediciones de 12,92 mm, 14,61 mm y 15,90 mm respectivamente. Aunque la estreptomicina arrojó una medición de acción antimicrobiana intermedia en el promedio general, en cuatro antibiogramas se encontró alta resistencia a este antibiótico; lo que también sucedió con el cloranfenicol. En la amicacina sólo en uno de los antibiogramas se evidenció resistencia.

La alta sensibilidad antimicrobiana de *Salmonella* spp. se observó en: ácido nalidíxico (NA30) sulfametoxazol (SXT), ceftriaxona (CRO30) y ciprofloxacina (CIP5). La ceftriaxona resultó con la mayor desviación estándar de los antimicrobianos evaluados (6,45), éste valor se fundamenta en que a pesar de ser el segundo antibiótico con mayor acción antimicrobiana sobre la bacteria, en una de las cepas aisladas se logró identificar resistencia. La ciprofloxacina demostró ser superior sobre los demás antibióticos porque además de tener un promedio de halo de 31,69 mm fue el único que conservó alta sensibilidad antimicrobiana frente a *Salmonella* spp. durante todo el estudio. En la Fig. 1 se ilustra el promedio, la varianza y la desviación estándar del diámetro de la zona de inhibición bacteriana generado por los doce antibióticos seleccionados contra *Salmonella* spp.



**Figura 1.** Promedio y medidas de dispersión del diámetro de la zona de inhibición bacteriana (en mm) generada hacia los doce antibióticos seleccionados contra *Salmonella* spp

Finalmente, las cepas de *Salmonella* spp. presentaron un 100 % de resistencia hacia los antibióticos clindamicina, vancomicina, penicilina G, eritromicina. Para la tetraciclina este porcentaje fue del 76,92 %; en cloranfenicol y estreptomina de 30,76%; mientras que en ceftriaxona y ampicilina solo arrojó un 7,69 %. Las cepas aisladas no generaron resistencia en tres antibióticos, estos fueron: ácido nalidíxico, sulfametoxazol-trimetoprim, y ciprofloxacina. En la Figura 2 se ilustran los porcentajes de resistencia a los doce antibióticos durante toda la prueba.



**Figura 2.** Porcentaje de resistencia de *Salmonella* spp. a los doce antibióticos en estudio

## Discusión

La Salmonelosis se asocia generalmente con el estado general de la población y se reporta de forma poco frecuente en primates del nuevo mundo. Los animales pueden ser portadores asintomáticos en muchos casos y resultar positivos a las pruebas de rutina, estos individuos solo presentan signos clínicos cuando están bajo condiciones de estrés (WRAI, 1988). Durante el estudio el 80 % de los individuos fueron positivos al test TSI y LIA, por lo que es posible que existiera un brote de *Salmonella* spp. en el alojamiento al momento del muestreo coprológico; no obstante sólo un animal manifestó diarrea catarral como signo clínico de la enfermedad.

De acuerdo con PAUL-MURPHY (1993) cuando se diagnóstica Salmonelosis en primates, esta generalmente es tratada con los siguientes antibióticos: cefalotina, cefazolina, ciprofloxacina, trimetoprim-sulfametoxazol y norfloxacina; se debe aclarar que antes de comenzar este tratamiento farmacológico es indispensable realizar un Test de Sensibilidad Antimicrobiana (TSA) para determinar la terapia específica hacia la cepa aislada.

Los resultados de la presente investigación concuerdan con la resistencia identificada a los antimicrobianos: penicilina G, eritromicina, tetraciclina y estreptomina reportada por PAUL-MURPHY (1993), así como con la alta sensibilidad de las cepas a ácido nalidíxico, ceftriaxona, ciprofloxacina y sulfametoxazol-trimetoprim documentada por SOUZA-JÚNIOR *et al.*, (2008). Aunque no es posible identificar el mecanismo de resistencia por parte de la bacteria hacia estos antimicrobianos, es evidente que el contacto de los primates albergados en el HPFS con los humanos aumenta la prevalencia de resistencia antimicrobiana en comparación con aquellos individuos que se encuentran en su hábitat natural y no están sometidos a los mismos factores de estrés y tratamientos farmacológicos; tal como fue argumentado por ROLLAND *et al.*, (1985) en una pesquisa con babuinos (*Papio cynocephalus*) en Kenia. Esta prevalencia de las cepas bacterianas y su resistencia antimicrobiana ha sido ampliamente documentada en investigaciones con primates del viejo mundo (GOOD *et al.*, 1969, ROLLAND *et al.*, 1985; ROACH *et al.*, 2003).

Entre los mecanismos de resistencia que actualmente se conocen por parte de las bacterias gramnegativas hacia la penicilina G: son la impermeabilidad de la membrana externa, la modificación de las proteínas ligadas a la penicilina o PLP y la producción de  $\beta$ -lactamasas (existen más de 200 proteínas bacterianas que ejercen esta acción) las cuales son codificadas por plásmidos o cromosomas (MARTÍN-JIMÉNEZ, 2002). En *Salmonella* se han descrito más de 80  $\beta$ -lactamasas y la presencia de enzimas tipo-TEM y tipo-PSE (HELMUTH, 2000). Además, la resistencia de las cepas a eritromicina se debe generalmente a que este antimicrobiano solo es eficaz contra Gram positivos y micoplasmas. SUMANO y OCAMPO (2006) informan que este antibiótico se acumula hasta 100 veces más en el interior de Gram positivos que en gramnegativos, por lo que su actividad es limitada o nula contra los segundos. Estos autores afirman además que esta resistencia proviene de la metilación del rRNA receptor, que evita la inserción del medicamento al ribosoma; este mecanismo se encuentra bajo el control de un plásmido y ocurre frecuentemente en *Salmonella*.

Otro de los antibióticos, al que fue resistente las cepas de *Salmonella* spp. durante el estudio fue la clindamicina, la cual actúa muy bien contra anaerobios, pero tiene poca o nula acción contra gramnegativos; el grupo de lincosamidas son bacteriostáticos así como los macrólidos y el cloranfenicol; en estos agentes se produce resistencia cruzada de la bacteria por alteraciones en la permeabilidad celular, reacciones de metilación del rRNA y producción de acetiltransferasa (SUMANO y OCAMPO, 2006; AHRENS y MARTIN, 2008). El plásmido que transfiere esta resistencia también ha sido reportado en fluoroquinolonas (PATERSON, 2006). Del mismo modo, la membrana externa de los Gram negativos supone una barrera natural hacia la vancomicina,

reduciendo su permeabilidad y la fijación de las moléculas del antimicrobiano a sus receptores, esto permite que muchas bacterias de este tipo sean insensibles a este antibiótico (DOWLING, 2004).

En el caso de la tetraciclina que presentó alta resistencia bacteriana en esta investigación, la *Salmonella* puede evitar el acceso del antibiótico o disminuir su acumulación principalmente por bombas de efflux; que son mecanismos activos especializados en expulsar los antimicrobianos que logran penetrar la bacteria, manteniéndolos así en concentraciones bajas en el citoplasma (ROBERTS, 1996). Algunas especies han logrado ser insensibles a este agente, como en el caso de *S. typhimurium* en humanos (GIL-SETAS *et al.*, 2006). Por su parte en primates, GOOD *et al.*, (1969) demostraron que esta resistencia puede ser de hasta un 97% en *S. anatum*. Es probable que al momento de hacer el muestreo se recolectaran varias cepas resistentes a la tetraciclina y a la ceftriaxona; aunque este último antibiótico solo mostró resistencia en una lectura.

Si bien en el promedio general los antibióticos estreptomycin, cloranfenicol y amicacina obtuvieron halos inhibitorios de acción intermedia, en cuatro lecturas se observó resistencia bacteriana frente a los dos primeros y en una lectura resistencia a la amicacina. Esta resistencia viene siendo identificada en primates no humanos hace varias décadas; en el estudio elaborado por GOOD *et al.*, (1969) determinaron que en primates adquiridos de diferentes continentes (entre estos la especie *Aotus trivigatus* de Suramérica), las especies de *Salmonella*: *S. anatum* y *S. stanley* presentaban alta resistencia a los antibióticos dihidroestreptomycin y tetraciclina; solo *S. anatum* resistía a cloranfenicol; Mientras que la especie *S. stanley* presentó poca sensibilidad a la neomicina, antibiótico de la familia aminoglucósidos con espectro similar a la amicacina. Los aislamientos de cepas de *Salmonella* spp., normalmente son susceptibles a los aminoglucósidos estreptomycin y amicacina; sin embargo, el tratamiento con estos medicamentos frecuentemente no es efectivo; la inducción de resistencia a los aminoglucósidos es relativamente rápida y al parecer esta mediada por enzimas inactivadoras de antibióticos; la producción de estas es dependiente de plásmidos. Por tanto, esta resistencia es transmisible (BAGGOT, 2001). En el estudio actual, las cepas fueron sensibles a la estreptomycin únicamente en tres antibiogramas, mientras que para la amicacina esta sensibilidad se obtuvo en cuatro lecturas, es decir que el grupo aminoglucósidos no es recomendable para el tratamiento de la Salmonelosis, debido a que no garantiza un tratamiento eficaz en el caso de una infección sistémica.

A pesar de la alarmante multiresistencia a diferentes grupos de antibióticos incluyendo las quinolonas por especies de *Salmonella* spp. presente en

animales y el hombre (SWAFFHAM, 1999; WHO, 2001; WHO, 2005). Las fluoroquinolonas siguen siendo consideradas ampliamente como el antimicrobiano de elección para el tratamiento de la salmonelosis en adultos, cuando tal tratamiento está indicado (INFOSAN, 2005). Al igual que SOUZA-JÚNIOR *et al.*, (2008) este trabajo confirma que las cepas de *Salmonella* spp. aisladas en primates son altamente sensibles a las dos quinolonas seleccionadas (ácido nalidíxico y ciprofloxacina). Se resalta la efectividad del sulfametoxazol-trimetoprim, en el cual las cepas no generaron resistencia en ninguna lectura de antibiograma, este antibiótico es mucho más antiguo que el grupo de las quinolonas pero funciona muy bien contra cepas de *Salmonella* spp. resistentes a otras familias de antimicrobianos.

En publicaciones realizadas hasta ahora con la ceftriaxona (cefalosporina de tercera generación que tiene actividad contra grampositivos y es muy potente contra Gram negativos incluyendo *Salmonella* spp. y *Proteus*) no se ha detectado resistencia moderada de cepas aisladas en primates no humanos del nuevo mundo (SOUZA-JÚNIOR *et al.*, 2008). En este estudio sólo se observó un antibiograma con esta resistencia, siendo probable el hallazgo de una cepa resistente a cefalosporinas de tercera generación. Desde años anteriores se viene reportando alta resistencia bacteriana en cefalosporinas de primera y segunda generación utilizada en primates (ROLLAND *et al.*, 1985; PAUL-MURPHY, 1993; SOUZA-JÚNIOR *et al.*, 2008). Por su parte, en humanos la multirresistencia a cefalosporinas de tercera generación y a quinolonas ya se identificó en *S. Typhimurium* tipo DT104 (WHO, 2005).

Se puede concluir que las cepas aisladas no presentaron multirresistencia puesto que la mayoría de antimicrobianos seleccionados tenían mayor espectro contra grampositivos; su resistencia podría ser intrínseca debido a la fisiología natural de esta bacteria (KÜMMERER, 2003). Cabe resaltar la moderada resistencia a los aminoglucósidos, el cloranfenicol y la tetraciclina, la cual se cree que se debe al amplio uso de estos agentes en el HPFS de la Uniamazonia; en investigaciones previas a ésta, donde se aisló *Salmonella* spp. en quelonios y psitácidos, ya se evidenciaba resistencia a estos agentes, aunque en menor grado (VALENCIA y GARZÓN, 2007; SILVA-SABI *et al.*, 2010). Además RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ *et al.*, (2007) demuestran en un estudio en el que se encontró bacterias multirresistentes en la flora bacteriana de la cavidad oral de monos tití (*Saimiri oerstedii*), que pocas barreras son capaces de contener los genes de resistencia y sus hospederos bacterianos, aun en animales silvestres. Según KÜMMERER (2003) ningún ambiente natural está libre de contaminación con antibióticos; estos se han encontrado en efluentes de centros médicos, aguas municipales, tanques de aireación, tanques de digestión anaerobia, aguas superficiales, sedimentos y suelo.

En futuras investigaciones se recomienda realizar un estudio HPFS que identifique los posibles focos ambientales en los que las cepas de *Salmonella* spp. adquieren rápidamente resistencia. De igual forma sería conveniente determinar los serotipos de *Salmonella* en laboratorios especializados de muestras recolectadas de primates en cautiverio, así como de animales en su hábitat natural, con el fin de comprender la epidemiología de la bacteria y además permitir el desarrollo de estrategias de prevención y control hacia esta enfermedad zoonótica.

## Referencias

- ACHA, P. N.; SZYFRES B. 2001. Bacteriosis. Páginas 3-308 en: ACHA, P. N.; SZYFRES B. (Editores). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Editorial Organización Panamericana de la Salud (OPS), Washington.
- AHRENS, F. A.; MARTIN, R. J. 2008. Antimicrobial Drugs. Páginas 347-377 en: HSU. W. *Handbook of veterinary farmacology*. Editorial Wiley-Blackwell, State Iowa, USA.
- BAGGOT, J. D. 2001. Antimicrobial disposition, selection, administration and dosage. Págs. 210-252 en: BAGGOT, J. D (Editor). *The physiological basis of veterinary clinical pharmacology*. Editorial Blackwell science ltd, London.
- BAUER A. W.; KIRBY W. M.; SHERRIS J. C.; TURCK, M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *American Journal Clinical Pathology* 36 (5): 493-496.
- BOPP, C.; WELLS, J. 2003. Salmonella serotipo Typhi. Páginas 111- 128 en: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Manual de Laboratorio para la Identificación y Prueba de Susceptibilidad a los Antimicrobianos de Patógenos Bacterianos de Importancia para la Salud Pública en el Mundo en Desarrollo*. WHO/CNEI/CDC/USAID. Atlanta, USA.
- CAFFER, M.; TERRAGNO, R.; BINSZTEIN, N. 2008. Aislamiento y Caracterización de Salmonella spp. Páginas 9-40 en: CAFFER, M.; TERRAGNO, R.; BINSZTEIN, N. *Manual de procedimientos, diagnóstico y caracterización de Salmonella spp*. Editorial WHO/OPS/INEI/MSN. Buenos Aires.
- CORONADO, M. G.; CAVALLINI, E. R.; CONTRERAS, G. R.; PORRAS, R. S.; ESPELETA, G. G. 2004. Flora bacterial oral y su perfil de sensibilidad a antibióticos en monos de Costa Rica (*Alouatta palliata* y *Ateles geoffroyi*). *Neotropical Primates* 12 (1): 12-30.
- CRIADO, F. M.; IGLESIAS. T. C.; MÁRQUEZ, A. R.; MOLINA, S. J. 2000. Zoonosis y alergia [citado 12 Marzo 2013]; p. 1-22. URL disponible en: <http://minnie.uab.es/~veteri/00009/cap9.pdf>.

DOWLING, P. M. 2004. Antimicrobial therapy. Páginas 13-45 en: BERTONE, J. J., HORSPOOL, L. J (eds). *Equine clinical pharmacology*. Editorial Saunders. London.

GILT-SETAS, A.; RAMOS, A.; MARTIN, C.; URTIAGA, M.; INZA, M. E. 2002. Salmonelosis no tifoidea en un área de salud de Navarra, España. *Revista Española de Salud Pública* 76 (1): 49-56.

GOOD, R. C., MAY, B. D., KAWATOMARI, T. 1969. Enteric pathogens in monkeys. *Journal of bacteriology* 97 (8): 1048-1055.

HELMUTH, R. 2000. Antibiotic resistance in Salmonella. Páginas 89-106 en: WRAY, C.; WRAY, M (eds). *Salmonella in Domestic Animals*. Editorial CABI Publishing. London.

INFOSAN. RED INTERNACIONAL DE AUTORIDADES DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS. 2005. Resistencia antimicrobiana a Salmonella. Organización Mundial de la Salud [citado 5 Marzo 2013]; p. 1-4. URL disponible en:  
<[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)>.

KÜMMERER, K. 2003. Significance of antibiotics in the environment. *Journal Antimicrobial Chemotherapy* 52 (1): 5-7.

LE MINOR, L. 1994. The genus Salmonella. Páginas 2760–2774 en: BALLOWS, A., TRÜPER, H.G., DWORKIN, M., HARBER, W., SCHEIFFER, K. H (eds). *The Prokaryotes*. Editorial Springer-Verlag. New York.

MARTÍN-JIMENEZ, T. 2002. Quimioterapia de las enfermedades bacterianas. Páginas 455-468 en: BOTANA, L. M.; LANDONI, M.F., MARTIN-JIMENEZ, T (eds). *Farmacología y terapéutica veterinaria*. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid.

NCCLS. THE CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). 2010. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing vol. 30 n. 1. Ed. NCCLS, Wayne, USA.

OIE. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. Zoonosis transmisibles por primates humanos 2010 [citado 26 Junio 2013]; capítulo 6.11 Disponible en: [http://web.oie.int/esp/normes/mcode/es\\_chapitre\\_1.6.11.htm](http://web.oie.int/esp/normes/mcode/es_chapitre_1.6.11.htm).

ORTEGÓN, L. H. 2004. Manual Teórico Práctico de Microbiología. Editorial Universidad de la Salle. Bogotá.

OXOID. 2007. Wellcolex Colour Latex Test Added to Oxoid Range. [citado 26 Junio 2013] URL disponible en: <http://www.oxoid.com/uk/blue/press/press.asp?art=Y&arch=Y&pRef=PR0296&c=uk&lang=en&yr=2007>.

PAUL-MURPHY, J. 1993. Bacterial enterocolitis in nonhuman primates. [citado 12 Febrero 2013]; p. 344-351. URL disponible en: <http://www.csew.com/cottontop/sphusbandry/spch7.htm>.

PATERSON, D. L. 2006. Resistance in gram-negative bacteria: Enterobacteriaceae. *The American Journal of Infection Control* 34 (1): 20-28.  
ROACH, C. J.; ELCOCK, D. A.; WATSON, R. C.; DOUGLAS, K. 2003. The prevalence of Salmonella and Shigella in Chlorocebus aethiops in Barbados. Ministry of agriculture, veterinary services laboratory. [citado 22 Marzo 2013]; p. 1-5. URL disponible en: [http://www.agriculture.gov.bb/agri/images/stories/information\\_services/documents/2003NAC/Salmonella\\_and\\_Shigella\\_In\\_Monkeys\\_Agriconf.pdf](http://www.agriculture.gov.bb/agri/images/stories/information_services/documents/2003NAC/Salmonella_and_Shigella_In_Monkeys_Agriconf.pdf).

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): 1–24.  
RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, C. E.; RODRIGUEZ-CAVALLINI, E.; GAMBOA-CORONADO, M.; JIMÉNEZ-CUADRA, S.; SANCHEZ-PORRAS, R.; GUTIERREZ-ESPELETA, G. A. 2007. Flora bacteriana de la cavidad oral del mono tití (*Saimiri oerstedii*) y su perfil de sensibilidad a antibióticos. *Neotropical Primates* 14 (2): 103-111.

ROLLAND, R. S.; HAUSFATER, G.; MARSHALL, B.; LEVY, S. B. 1985. Antibiotic-Resistance Bacteria in wild primates: Increased Prevalence in Baboons feeding on human refuse. *Applied and environmental microbiology* 49 (4): 791-794.

SILVA-SABI, D.; CHAVEZ E. M.; ESTRADA-CELY, G.; ORTEGON-CARDENAS, L.H. 2010. Prevalencia y perfil de susceptibilidad antimicrobiana de Salmonella sp aislada de Psitácidos en un Hogar de Paso en la Amazonia Colombiana. *Momentos de Ciencia* 7 (1): 52-56.

SOUZA-JUNIOR, J. C., HIRANO, Z. M., ÁVILA-PIRES, F. D., VIEIRA, G. R. 2008. Nota sobre infecção por Salmonella sp. e Shigella sp. em bugios-ruivos, *Alouatta clamitans* (Primates: Atelidae) mantidos em cativeiro. *Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science* 45 (2): 266-268.

STUART, D. M.; PENDERGAST, V.; RUMFELT., S. GREENSPAN, L.; GLANDER, K. E.; CLARKE, M. R. 1998. Parasites of wild howlers (*Alouatta* spp.). *International Journal of Primatology* 19 (3): 493-512.

SUMANO, H. S., OCAMPO, L. 2006. Macrólidos, lincosamidas y pleuromutilinas. Páginas 263-291 en: SUMANO, H. S.; OCAMPO, L. (eds). *Farmacología veterinaria. Editorial*. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México D. F.

SWAFFHAM, S. 1999. El uso de antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. Páginas 1-17 en: OMS/OPS Organización Mundial

de la Salud/ Organización Panamericana de Salud (eds). XI reunión interamericana de salud a nivel ministerial. Washington.

TINDALL, B. J.; GRIMONT, P. A.; GARRITY, G. M.; EUZEBY, J. P. 2005. Nomenclature and taxonomy of the genus *Salmonella*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55 (2): 521-524.

VALENCIA, L.; GARZÓN J. 2007. Evaluación de la prevalencia de salmonelosis y su sensibilidad antibiótica específica en los individuos *Geochelone denticulata* (Morrocoy) albergados en la zona de quelonios del HPFS de la UNIAMAZONIA y CORPOAMAZONIA. [Trabajo de Grado] Universidad de la Amazonia; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Florencia, Colombia.

WRAI. WALTER REED ARMY INSTITUTE (WRAI). 1988. Significant Diseases of Nonhuman Primate. WRAI. [citado 8 Marzo 2013]; p. 1-13. URL Disponible en: <http://netvet.wustl.edu/species/primates/primzoon.txt>

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2001. Introduction and background. Páginas 9-16 en: WHO Global Strategy for containment of antimicrobial resistance. Ed. WHO, Ginebra, Switzerland.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2005. Drug-resistant *Salmonella*. WHO. [citado 10 Marzo 2013]; Fact sheet Nº 139. URL disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/en/>