

## Resistencia Antibiótica de Enterobacterias Aisladas de Monos (*Ateles*, *Callicebus* y *Lagothrix*) en Semicautiverio en un Centro de Rescate, Perú

ANTIBIOTIC RESISTANCE OF ENTEROBACTERIA ISOLATED FROM MONKEYS (*Ateles*, *Callicebus* and *Lagothrix*) IN SEMI-CAPTIVITY IN A RESCUE CENTRE, PERU

Claudia Medina G.<sup>1</sup>, Siever Morales C.<sup>2,4</sup>, Miluska Navarrete Z.<sup>3</sup>

### RESUMEN

El Perú cuenta con diversos géneros y especies de primates no humanos, dentro de los que se encuentran las especies *Ateles belzebuth*, *Ateles chamek*, *Callicebus oenanthe*, *Lagothrix cana* y *Lagothrix lagotricha* cuyos estados de conservación según la Lista Roja de la UICN se encuentran en la categoría amenazada. El objetivo del presente estudio fue determinar el perfil de resistencia antibacteriana de cepas entéricas aisladas de *Ateles*, *Callicebus* y *Lagothrix* en semicautiverio en un centro de rescate, Perú. La toma de muestras se realizó por hisopado rectal en 56 primates no humanos habitantes del Centro de Rescate y Rehabilitación de Primates Ikama Peru. El aislamiento e identificación bacteriana se realizó mediante un protocolo estándar, y la sensibilidad bacteriana mediante la técnica de Kirby-Bauer. Se aislaron 106 cepas bacterianas de la familia Enterobacteriaceae. La especie de mayor prevalencia fue *Escherichia coli* con 42.5% (45/106). Los aislados mostraron mayor grado de resistencia a cefalotina (46.2%), amoxicilina - ácido clavulánico (31.1%), tobramicina (30.2%) y tetraciclina (24.5%).

**Palabras clave:** enterobacterias, monos, *Ateles*, *Callicebus*, *Lagothrix*, resistencia, antibióticos

### ABSTRACT

Several genera and species of nonhuman primates can be found in Peru. Among them, *Ateles belzebuth*, *Ateles chamek*, *Callicebus oenanthe*, *Lagothrix cana* and *Lagothrix lagotricha*. These species according to the IUCN Red List are in the threatened category. The objective of the present study was to determine the antibiotic resistance profile of

<sup>1</sup> Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>2</sup> Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, <sup>3</sup> Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>4</sup> Email: sieverm@hotmail.com

Recibido: 3 de mayo de 2016

Aceptado para publicación: 30 de noviembre de 2016

enteric isolates from *Ateles*, *Callicebus* and *Lagothrix* raised in semi-captivity. Sampling was performed by rectal swab in 56 nonhuman primates in the Center for Rescue and Rehabilitation of Primates Ikama Peru. Isolation and bacterial identification was performed using a standard protocol and bacterial sensibility by the Kirby-Bauer technique. A total of 106 bacterial strains of the family Enterobacteriaceae were isolated, where the most prevalent species was *Escherichia coli* (45.5%, 45/106). The isolates showed greater resistance to cephalothin (46.2%), amoxicillin - clavulanate (31.1%), tobramycin (30.2%) and tetracycline (24.5%).

**Key words:** enterobacteriaceae, monkeys, *Ateles*, *Callicebus*, *Lagothrix*, resistance, antibiotics

## INTRODUCCIÓN

La familia Enterobacteriaceae se encuentra ampliamente distribuida en el medio ambiente y forman parte de la flora intestinal normal de los animales, incluyendo los primates no humanos; sin embargo, pueden llegar a actuar como patógenos oportunistas y producir enfermedad. Los géneros de importancia veterinaria son *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Morganella*, *Proteus*, *Salmonella*, *Serratia* y *Shigella* (Quinn *et al.*, 2011).

En colonias de primates no humanos se ha reportado, asimismo, el aislamiento de bacterias de los géneros *Escherichia*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Edwardsiella* a partir de hisopados rectales y muestreos coprológicos (Loureiro *et al.*, 1985; Banish *et al.*, 1993; Vargas *et al.*, 2010). Además, en animales en cautiverio se han reportado bacterias del género *Salmonella*, especialmente asociado con casos clínicos de diarrea (Loureiro *et al.*, 1985; Lee *et al.*, 2011; Ferreira *et al.*, 2012; Rivera *et al.*, 2013).

Las enterobacterias tienen gran capacidad de adaptación a través de mecanismos de mutaciones y recombinaciones génicas, que les permiten adquirir características de resistencia a antibacterianos y otros factores de virulencia (Acha y Szyfres, 2001; Quinn y Markey, 2003; Garrity *et al.*, 2005; Pachón, 2009; Quinn *et al.*, 2011; Rivera *et al.*, 2013).

La resistencia bacteriana es un fenómeno que sucede tanto en humanos como en animales y su estudio en el Perú es importante, porque hay muy poca información sobre el tema. Existen reportes de bacterias de importancia clínica, como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, que han sido aisladas de animales silvestres en cautiverio, como en el azor (*Accipiter gentilis*), ardillas (*Sciurus granatensis*), búhos (*Bubo virginianus*) y gaviotas (*Larus sp*) (Steele *et al.*, 2005; Ahmed *et al.*, 2007)

En el presente estudio se muestrearon monos mantenidos en semicautiverio, habitantes de las reservas de La Media Luna (Loreto) y Tarangue (San Martín), bases del «Centro de Rescate y Rehabilitación de Primates Ikamaperu». Los monos son miembros de las especies *Ateles belzebuth*, *A. chamek*, *Callicebus oenanthe*, *Lagothrix cana* y *L. lagotricha*. De acuerdo a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), son especies consideradas en la categoría Amenazada (Boubli *et al.*, 2008; Palacios *et al.*, 2008; Wallace *et al.*, 2008; Veiga *et al.*, 2011), siendo el mono tocón de San Martín (*C. oenanthe*) una especie endémica del Perú (Bóveda-Penalba *et al.*, 2009) y que además ha sido declarada como parte de la lista de los 25 primates que se encuentran en mayor peligro a nivel mundial (Schwitzer *et al.*, 2014).

La convivencia entre animales silvestres, domésticos y el humano, relacionado con la resistencia antimicrobiana y sus consecuencias ha sido muy poco estudiada (Vargas *et al.*, 2010). Por ello, el objetivo de este estudio fue aislar enterobacterias de animales criados en semicautiverio y determinar su resistencia antibiótica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población Animal

El muestreo se hizo en la totalidad de la población de los primates no humanos (N=56) que se encontraba en semicautiverio en las dos bases del Centro de Rescate y Rehabilitación de primates Ikamaperu, con resolución administrativa N° 006-2008-INRENA-TFFS-Yurimaguas (Cuadro 1). Los animales provienen de confiscaciones del tráfico ilegal de fauna silvestre en Lima y provincias y se encontraban en proceso de rehabilitación con el fin de una posterior reintroducción a su hábitat natural.

### Toma de Muestras

Para la contención química, los animales fueron anestesiados, previo ayuno, con ketamina (5 mg/kg PV) y diazepam (10 mg/kg PV), vía IM, mediante el uso de una cerbatana. Se registró el sexo y edad aproximada de cada primate, así como la temperatura rectal, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria durante el proceso anestésico.

Se tomaron muestras de contenido rectal mediante hisopos estériles humedecidos en solución salina. Los hisopos con las muestras se depositaron en tubos de tapa rosca que contenían el medio de transporte bacteriano agar Stuart (Merck®). Las muestras fueron conservadas y transportadas durante 72 h, aproximadamente, en cajas de poliestireno expandido (Telgopor®) con refrigerantes a temperaturas entre 4 y 8 °C al Laboratorio de Microbiología de la Uni-

versidad Científica del Sur, Lima, para su procesamiento.

### Procesamiento de las muestras

#### *Promoción de crecimiento*

Los hisopos se inocularon en tubos con caldo de enriquecimiento Trypticase Soya (TSB, Merck) y fueron incubados durante 24 h a 37 °C.

#### *Siembra en medios de cultivo*

Las muestras inoculadas en caldo TSB fueron sembradas a partir de una anzada por agotamiento en agar sangre y agar MacConkey (MC), e incubadas durante 24 h a 37 °C. Se realizó la tinción Gram con las colonias resultantes y se hicieron las pruebas bioquímicas correspondientes.

Las colonias seleccionadas fueron sometidas a las siguientes pruebas bioquímicas: citrato de Simmons, hierro tres azúcares (TSI), descarboxilación de lisina (LIA), sulfuro de hidrógeno-indol-motilidad (SIM), ureasa, catalasa y oxidasa. Tras una incubación de 24 h a 37 °C, se cotejaron los resultados para su identificación.

#### *Prueba de sensibilidad antibiótica*

Esta prueba se desarrolló de acuerdo al método de Kirby-Bauer. Para ello, se inoculó la cepa en placas de agar Mueller Hinton (MH), y se colocaron los discos antibióticos a evaluar. Tras una incubación de 24 h a 37 °C se realizó la lectura de los halos de inhibición del crecimiento. Los resultados fueron interpretados según las tablas de estándares de halos de inhibición, y la sensibilidad de las cepas fue reportada como sensible (S), sensibilidad intermedia (I) o resistente (R) (INS, 2002).

Se evaluó el perfil de sensibilidad de las cepas aisladas frente a los antibióticos amikacina (AK), amoxicilina - ácido clavulánico (AMC), ampicilina - sulbactam

Cuadro 1. Número de primates evaluados según especie sexo y localidades de muestreo. Centro de Rescate y Rehabilitación de primates Ikamaperu, Perú

Lugar	Especie	Total (n)	Sexo	
			Macho (n)	Hembra (n)
Tarangue	<i>Ateles chamek</i>	13	3	10
	<i>Callicebus oenanthe</i>	1	1	0
La Media Luna	<i>Lagothrix lagotricha</i>	35	12	23
	<i>Lagothrix cana</i>	1	0	1
	<i>Ateles belzebuth</i>	6	4	2

Cuadro 2. Distribución porcentual de los aislados bacterianos de la familia Enterobacteriaceae según el lugar de muestreo (n=106)

Bacteria	Tarangue		La Media Luna		Total		
	n	%	n	%	n	%	
<i>Citrobacter</i>	<i>C. amalonaticus</i>	1	3.2	2	2.7	3	2.8
	<i>C. freundii</i>	4	12.9	4	5.3	8	7.6
<i>Edwardsiella</i>	<i>E. tarda</i>	0	-	3	4.0	3	2.8
<i>Enterobacter</i>	<i>E. aerogenes</i>	3	9.7	3	4.0	6	5.7
	<i>E. agglomerans</i>	0	-	1	1.3	1	0.9
<i>Escherichia</i>	<i>E. coli</i>	10	32.3	35	46.7	45	42.5
<i>Hafnia</i>	<i>H. alvei</i>	0	-	1	1.3	1	0.9
<i>Providencia</i>	<i>P. alcalifaciens</i>	3	9.7	0	-	3	2.8
<i>Proteus</i>	<i>P. vulgaris</i>	0	-	1	1.3	1	0.9
<i>Salmonella</i>	<i>S. arizonae</i>	2	6.5	2	2.7	4	3.8
<i>Serratia</i>	<i>S. liquefaciens</i>	2	6.5	1	1.3	3	2.8
	<i>S. marcescens</i>	1	3.2	6	8.0	7	6.6
	<i>S. odorifera</i>	1	3.2	5	6.7	6	5.7
	<i>S. rubidaea</i>	3	9.7	10	13.3	13	12.3
<i>Shigella</i>	<i>Shigella</i> sp	1	3.2	1	1.3	2	1.9
Total		31	100.0	75	100.0	106	100.0

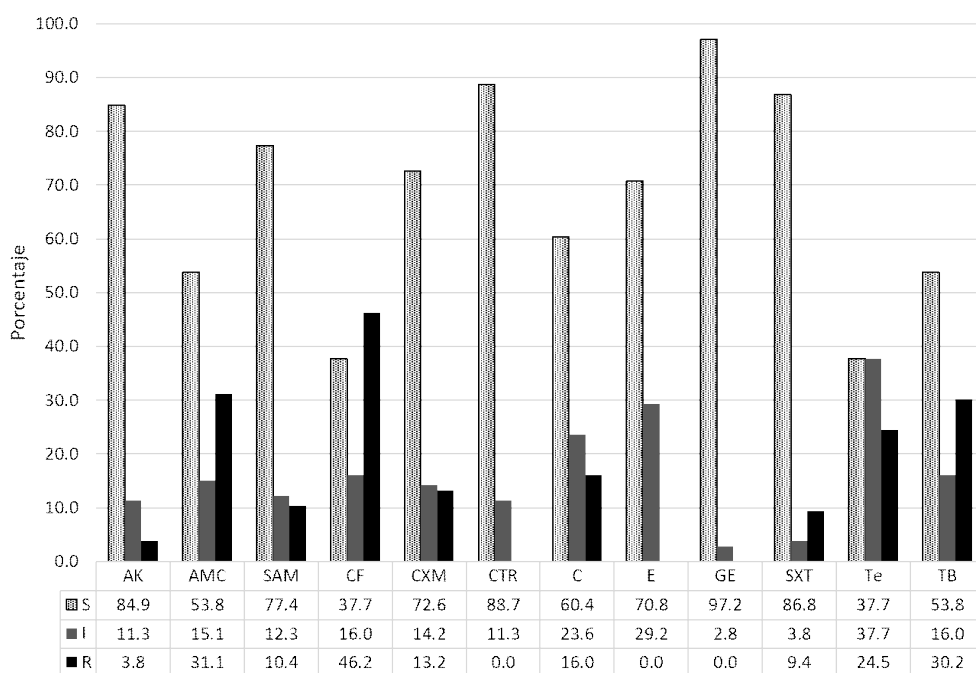


Figura 1. Distribución porcentual de la sensibilidad de 106 aislados bacterianos de hisopados rectales de primates no humanos frente a los 12 antibióticos.

AK: amikacina, AMC: amoxicilina - ácido clavulánico, SAM: ampicilina - sulbactam, CF: cefalotina, CXM: cefuroxima, CTR: ceftriaxona, C: cloranfenicol, E: enrofloxacino, GE: gentamicina, SXT: sulfametoxazol - trimetoprim, TE: tetraciclina, TB: tobramicina. S: sensible, I: sensibilidad intermedia, R: resistente

(SAM), cefalotina (CF), cefuroxima (CXM), ceftriaxona (CTR), cloranfenicol (C), enrofloxacino (E), gentamicina (GE), sulfametoxazol - trimetoprim (SXT), tetraciclina (TE) y tobramicina (TB).

## RESULTADOS

Se aislaron 106 cepas bacterianas (Cuadro 2) de la familia Enterobacteriaceae (31 cepas en primates de la Reserva Tarangue y 75 cepas en primates de la Reserva La Media Luna).

De estos, las bacterias con mayor porcentaje de aislamiento fueron la *E. coli* (n=45) y la *Serratia* (n=29); mostrando la *E. coli* sensibilidad a ceftriaxona el 93.3% (42/45), ampicilina - sulbactam 86.7% (39/45),

sulfametoxazol - trimetoprim 84.4% (38/45), amikacina 80.0% (36/45), amoxicilina.ácido clavulónico 73% (33/45), cloranfenicol 71% (32/45), enrofloxacina con 71% (32/45), tobramicina 60% (27/45), tetraciclina 53.3% (24/45), cefalotina 37.8% (17/45); y *Serratia sp.* cuya sensibilidad a gentamicina es del 100% (29/29), amikacina 93.1% (27/29), sulfametoxazol-trimetoprim 89.7% (26/29), ampicilina – sulbactam 79.3% (23/29), ceftriaxona 79.3% (23/29), enrofloxacina (17/29), cloranfenicol (16/29), tobramicina (15/29), tetraciclina (5/29), entre otros.

La Figura 1 muestra los porcentajes de sensibilidad, sensibilidad intermedia y resistencia de las cepas aisladas frente a cada uno de los 12 antibióticos en estudio. Las mayores sensibilidades se observaron frente a gentamicina (97.2%), ceftriaxona (88.7%),

sulfatrimetoprim (86.8%) y amikacina (84.9%).

## DISCUSIÓN

La bacteria aislada de mayor frecuencia fue *E. coli* (42.5%), seguido de bacterias del género *Serratia* (27.4%). Estas y las demás que fueron encontradas representan un potencial riesgo de infección, ya que los microorganismos podrían actuar como patógenos oportunistas y producir enfermedad en la población animal en estudio, así como ser transmitidos a los seres humanos que entren en contacto con ellos (Loureiro y Carvalho, 1984; Quinn *et al.*, 2002; Simmons y Gibson, 2012). No obstante, el perfil de sensibilidad antibiótica demostró que existen opciones antibióticas que podrían evaluarse con un antibiograma para el control de un eventual brote de enfermedad en los animales.

Las diferencias en especies de bacterias entre las reservas podrían deberse al desigual número de muestras colectadas, así como por su localización geográfica, pues si bien ambas reservas se encuentran en zona de selva, la oferta de frutos y hojas como fuentes de alimentación es diferente y esto influye en la flora bacteriana intestinal de los primates.

En general (Figura 1), los aislados bacterianos mostraron mayor porcentaje de sensibilidad frente a gentamicina (97.2%), amikacina (84.9%) y ceftriaxona (88.7%) y los antibióticos con mayor porcentaje de resistencia fueron cefalotina (46.2%), amoxicilina - ácido clavulánico (31.1%), tobramicina (30.2%) y tetraciclina (24.5%). En relación al perfil de sensibilidad antibiótica mostrado por las cepas de los géneros más prevalentes en el presente estudio, las cepas de *E. coli* (n=45) no presentaron resistencia a gentamicina, tal como sucedió con las 31 cepas de *E. coli* reportada por Vargas *et al.* (2010) en muestras rectales y nasales de aves y mamíferos del Zoológico de Barranquilla,

entre los que se encontraban primates no humanos.

La alta sensibilidad de las cepas de *E. coli* (n=45) a ceftriaxona (93.3%), ampicilina - sulbactam (86.7%), sulfametoxazol - trimetoprim (84.4%) y amikacina (80.0%) concuerda con el estudio de Hauser (2012). Esto evidencia que la característica de resistencia o sensibilidad de las cepas bacterianas es determinada de forma multifactorial, y estaría influenciado por las condiciones ambientales, físicas y químicas, y tipo de hospederos, entre otros.

El segundo género que presentó mayor prevalencia fue *Serratia* (n=29), cuyo perfil de sensibilidad mostró que las cepas fueron sensibles a gentamicina (100%), amikacina (93.1%) y sulfametoxazol-trimetoprim (89.7%). Hauser (2012) indica que los miembros de este género generalmente son sensibles a sulfametoxazol-trimetoprim y aminoglucósidos. Asimismo, señala que generalmente son resistentes a las penicilinas (amoxicilina y ampicilina); sin embargo, la resistencia a amoxicilina-ácido clavulánico y ampicilina-sulbactam en este estudio fue de 44.8 y 10.4%, respectivamente, debido a que ambas aminopenicilinas estaban asociadas a un agente inhibidor de betalactamasas, como son el ácido clavulánico y el sulbactam.

En relación al género *Salmonella*, se aisló *S. arizonae* con una prevalencia de 3.8%. Otros autores reportan la presencia de *Salmonella* spp en muestras fecales de una diversidad de especies de primates no humanos, incluyendo *Alouatta clamitans*, *Saimiri sciureus*, *Lagothrix lagotricha*, *Cebus albifrons* y *Cebus apella* (Souza-Júnior *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2012; Rivera *et al.*, 2013), aunque no necesariamente presentaban signos de infección por *Salmonella*. En este estudio, las cuatro cepas de *S. arizonae* fueron sensibles a ceftriaxona y tres de ellas a amikacina, cefuroxima, gentamicina y sulfametoxazol-trimetoprim. Este resultado concuerda con Hauser (2012), quien indica que *Salmonella* spp es sensible a quinolonas,

cefalosporinas de tercera generación y sulfametoxazol-trimetoprim.

Las dos cepas que se aislaron del género *Shigella* son de importancia, ya que un brote de shigelosis en una colonia de primates no humanos puede llevar a los animales a la muerte si no es tratada a tiempo y de manera adecuada (Nizeyi *et al.*, 2001; Lee *et al.* 2011). Además, existe un riesgo potencial de transmisión de la bacteria al ser humano (Loureiro y Carvalho, 1984).

## CONCLUSIONES

- Los géneros bacterianos más prevalentes en los monos *Ateles*, *Callicebus* y *Lagothrix* que viven en semicautiverio en un centro de rescate en los departamentos de San Martín y Loreto, Perú, fueron *Escherichia* con 42.5% (45/106), y *Serratia* con 27.4% (29/106).
- Las cepas aisladas mostraron mayor grado de resistencia a cefalotina (46.2%), amoxicilina - ácido clavulánico (31.1%), tobramicina (30.2%) y tetraciclina (24.5%).

## LITERATURA CITADA

1. **Acha PN, Szyfres B. 2001.** Shigelosis. En: Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol 1. Bacteriosis y micosis. 3ª ed. Washington DC: OPS. p 255-259.
2. **Ahmed AM, Motoi Y, Sato M, Maruyama A, Watanabe H, Fukumoto Y, Shimamoto T. 2007.** Zoo animals as reservoirs of Gram-negative bacteria harboring integrons and antimicrobial resistance genes. *Appl Environ Microbiol* 73: 6686-6690. doi: 10.1128/AEM.01054-07
3. **Banish LD, Sims R, Sack D, Montali RJ, Phillips L Jr, Bush M. 1993.** Prevalence of shigellosis and other enteric pathogens in a zoologic collection of primates. *J Am Vet Med Assoc* 203: 126-132.
4. **Boubli JP, Di Fiore A, Rylands AB, Wallace RB. 2008.** *Lagothrix cana*. The IUCN Red List of Threatened Species. [Internet]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/39925/0>
5. **Bóveda-Penalba A, Vermeer J, Rodrigo F, Guerra-Vásquez F. 2009.** Preliminary report on the distribution of *Callicebus oenanthe* on the eastern feet of the Andes. *Int J Primatol* 30: 467-480. doi: 10.1007/s10764-009-9353-2
6. **Ferreira DRA, Santos A de S, Wagner PGC, Reis EMF dos, Pinheiro Júnior JW, Porto WJN, et al. 2012.** Ocorrência de *Salmonella* spp em *Cebus* spp mantidos em centros de triagem de animais silvestres no nordeste do Brasil. *Biotemas* 25: 181-186. doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n2p181
7. **Garrity GM, Brenner DJ, Krieg NR, Staley JR. 2005.** Order XIII. Enterobacteriales. In: Bergey's manual of systematic bacteriology. Vol 2. The Proteobacteria, Pt. B. The Gammaproteobacteria. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Springer. p 587-849.
8. **Hauser AR. 2012.** Gram-negative bacteria. In: Antibiotic basics for clinicians: the ABCs of choosing the right antibacterial agent. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. p 121-144.
9. **[INS] Instituto Nacional de Salud. 2002.** Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión: serie de normas técnicas N° 30. Lima: INS. Ministerio de Salud del Perú. 67 p.
10. **Lee JI, Kim SJ, Park CG. 2011.** *Shigella flexneri* infection in a newly acquired rhesus macaque (*Macaca mulatta*). *Lab Anim Res* 27: 343-346. doi: 10.5625/lar.2011.27.4.343
11. **Loureiro ECB, Carvalho RA. 1984.** Surto de shigelose entre primatas não humanos mantidos em cativeiro. *Rev Latinoam Microbiol* 26: 305-308.
12. **Loureiro ECB, Muniz JAPC, Kingston WR. 1985.** Enterobactérias detectadas em primatas capturados na região amazônica do Brasil. *Rev Fund SESP* 30: 12112-6.

13. **Nizeyi JB, Innocent RB, Erume J, Kalema GRNN, Cranfield MR, Graczyk TK. 2001.** Campylobacteriosis, salmonellosis, and shigellosis in free-ranging human-habituated mountain gorillas of Uganda. *J Wildl Dis* 37: 239-244.
14. **Pachón D. 2009.** Aislamiento, identificación y serotipificación de enterobacterias del género *Salmonella* en una población de *Crocodylus intermedius* y testudinos mantenidos en cautiverio en la Estación de Biología Tropical Roberto Franco E.B.T.R.B de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia en Villavicencio – Meta. Tesis de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 115 p.
15. **Palacios E, Boubli JP, Stevenson P, Di Fiore A, de la Torre S. 2008.** *Lagothrix lagotricha*. The IUCN Red List of Threatened Species. [Internet]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/11175/0>
16. **Quinn PJ, Markey BK. 2003.** *Enterobacteriaceae* 2. En: Elementos de microbiología veterinaria. Zaragoza: Ed Acribia. p 77-80.
17. **Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJC, Leonard FC. 2002.** *Enterobacteriaceae*. En: Microbiología y enfermedades infecciosas veterinarias. Zaragoza: Ed Acribia. p 125-146.
18. **Quinn PJ, Markey BK, Leonard FC, Fitzpatrick ES, Fanning S, Hartigan PJ. 2011.** *Enterobacteriaceae*. In: Veterinary microbiology and microbial disease. 2<sup>nd</sup> ed. United Kingdom: Wiley-Blackwell. p 263-286.
19. **Rivera LG, Ortigón LH, Estrada G, Granja YT, Nuñez JM. 2013.** Aislamiento, identificación y patrón de sensibilidad antimicrobiana de *Salmonella* spp en primates en cautiverio. *Rev Colomb Cienc Anim* 5: 131-144.
20. **Schwitzer C, Mittermeier RA, Rylands AB, Taylor LA, Chiozza F, Williamson EA, et al. 2014.** Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2012-2014. Bristol, UK: International Primatological Society. 87 p.
21. **Simmons J, Gibson S. 2012.** Bacterial and mycotic diseases of nonhuman primates. In: Abee CR, Mansfield K, Tardif S, Morris T (eds). Nonhuman primates in biomedical research. Vol 2. 2<sup>nd</sup> ed. Canada: Academic Press. p 105-172.
22. **Souza Júnior JC de, Hirano ZM, Ávila-Pires FD de, Vieira GR. 2008.** Nota sobre infecção por *Salmonella* sp e *Shigella* sp em bugios-ruivos, *Alouatta clamitans* (Primates: Atelidae) mantidos em cativeiro. *Braz J Vet Res Anim Sci* 45: 266-268.
23. **Steele C, Brown R, Botzler R. 2005.** Prevalences of zoonotic bacteria among seabirds in rehabilitation centers along the coast of California and Washington, USA. *J Wildl Dis* 41: 735-744. doi: 10.7589/0090-3558-41.4.735
24. **Vargas J, Máttar S, Monsalve S. 2010.** Bacterias patógenas con alta resistencia a antibióticos: estudio sobre reservorios bacterianos en animales cautivos en el zoológico de Barranquilla. *Infectio* 14(1): 6-19. doi: 10.1016/S0123-9392(10)70088-6
25. **Veiga L, Bóveda-Penalba A, Vermeer J, Tello-Alvarado JC, Cornejo F. 2011.** *Callicebus oenanthe*. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/3553/0>
26. **Wallace RB, Mittermeier RA, Cornejo F, Boubli JP.** *Ateles chamek*. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/41547/0>