

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



**EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE *Salmonella* EN
AGUA DE ACUARIOS DE PECES ORNAMENTALES EN
GUATEMALA**

LIGIA CAROLINA COJULÚN SAMAYOA

MÉDICA VETERINARIA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



**EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE *Salmonella* EN AGUA DE
ACUARIOS DE PECES ORNAMENTALES EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

LIGIA CAROLINA COJULÚN SAMAYOA

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. María Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

Ph.D. Dennis Sigfried Guerra Centeno
M.Sc. Héctor Eduardo Fuentes Rousselin
M.Sc. Edy Robín Meoño Sánchez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE *Salmonella* EN AGUA DE ACUARIOS DE PECES ORNAMENTALES EN GUATEMALA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

AGRADECIMIENTOS

A Dra. Jacqueline Escobar:

Por su colaboración y apoyo en el procesamiento de las muestras de agua.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	3
III. OBJETIVO.....	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
4.1 Área de estudio.....	5
4.2 Diseño del estudio.....	5
4.3 Toma de muestra.....	5
4.4 Manejo de la muestra.....	5
4.5 Análisis de la muestra.....	6
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
VI. RESUMEN.....	14
SUMMARY.....	15
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Distribución de los aislamientos de <i>Salmonella sp.</i> en los acuarios muestreados, según condición (recién importados o domésticos) y especies de peces.....	7
---	---

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud, la salmonelosis es una de las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas en el mundo (2017). En Latinoamérica es, sin duda, la enfermedad transmitida por alimentos más difundida (Gil & Samartino, 2001). La distribución de la salmonelosis abarca los cinco continentes (Szyfres & Acha, 2003) y dada su importancia epidemiológica y ecológica los costos materiales e inmateriales de los esfuerzos de prevención, tratamiento y control de esta enfermedad suelen ser altos (WHO Expert Committee on Salmonellosis Control & World Health Organization, 1988). Además de lo anterior, la salmonelosis es importante en salud pública porque es causada por un género bacteriano implicado en casos de resistencia a antibióticos (Calderón, 2012; Riley et al., 1984).

La salmonelosis es una zoonosis causada por enterobacterias del género *Salmonella* que se desarrollan en el tracto intestinal de varias especies de vertebrados incluyendo el ser humano (Szyfres & Acha, 2003). Se ha descrito en mamíferos (Amavisit et al., 2001; Carter & Queen, 2000; Joffe & Schlesinger, 2002; Wells et al., 2001), aves (Hudson et al., 2000; Poppe, 2000), reptiles, anfibios (Barreda et al., 1999; Mermin J, 2004) y peces (Heinitz, Ruble, Wagner & Tatini, 2000; Herrera-Arias & Santos-Buelga, 2005; Seepersadsingh & Adesiyun, 2003; Traoré et al., 2015). Se sabe, también que las mascotas exóticas – principalmente las tortugas acuáticas– son fuentes comunes de *Salmonella* para el ser humano, especialmente para los niños que suelen tener un contacto frecuente con estos animales (Angulo et al., 2010; Center for Diseases Control and Prevention [CDC], 2007; CDC, 2008; Harris et al., 2009; Nagano, Oana, Nagano & Arakawa, 2006; Woodward, Khakhria & Johnson, 1997). El caso de los peces de

acuario resulta interesante desde el punto de vista epidemiológico pues los propietarios de peces ornamentales suelen entrar en contacto frecuente con el agua de los acuarios.

Los esfuerzos de investigación en el tema de la salmonelosis se han dirigido principalmente a la búsqueda de la bacteria en alimentos (Arrieta & Mattar, 2004; Durango, Jarquin et al., 2015; Evans, Parry & Ribeiro, 1995; Parry et al., 2002; Uribe, 2006) aves de granja (Antunes et al. 2003; Bryan & Doyle, 1995; Veldman, Vahl, Borggreve & Fuller, 1995), en cerdos (Arcos-Ávila, 201; Foley, Lynne & Nayak, 2008) y en carne de ganado bovino (Fedorka-Cray, Dargatz, Thomas & Gray, 1998). Muy poco se ha publicado sobre la presencia de Salmonella en los peces ornamentales a pesar de que la contaminación del agua de los acuarios representaría un riesgo constante de brotes de salmonelosis en la población humana.

II. HIPÓTESIS

Existe presencia de *salmonella* en agua de acuarios de peces ornamentales en Guatemala.

III. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue la exploración de la presencia de Salmonella en agua de acuarios de peces ornamentales importados a Guatemala, tanto en el centro de importación como en el ámbito doméstico. Los resultados generados sientan las bases para investigaciones posteriores en las líneas de epidemiología, la salud pública y una salud.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

Se estudió la presencia de Salmonella en el agua de acuarios tanto en un centro de importación de peces ornamentales como en varias casas de la ciudad capital de Guatemala.

4.2 Diseño del estudio

Se realizó un estudio transversal de alcance exploratorio. Para el efecto, se seleccionaron, por conveniencia, 16 acuarios de peces de reciente importación a Guatemala y 50 acuarios domésticos en la ciudad de Guatemala.

4.3 Toma de muestra

En todos los acuarios seleccionados para el estudio se tomaron 100 ml de agua con un recipiente estéril.

4.4 Manejo de la muestra

Las muestras fueron trasladadas en refrigeración hacia el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su procesamiento.

4.5 Análisis de la muestra

En el laboratorio, las muestras se procesaron mediante análisis de Salmonella en aguas (ISO 19250:2010). El análisis comprendió cuatro fases: (1) Pre-enriquecimiento: Se homogeneizaron las muestras. De cada una se tomaron 20 ml, se agregaron 50 ml de agua peptonada tamponada y se incubaron a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas. (2) Enriquecimiento: Se añadió 0.1 ml del cultivo pre-enriquecido a 10 ml de caldo RVS (Rappaport-Vassiliadis Soja Peptone Broth) y se incubó a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas. (3) Siembra en placa: A partir del material pre-enriquecido se procedió a realizar siembras en placa por agotamiento, en agar X.L.D. Las siembras fueron incubadas a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas. De las placas con crecimiento sospechoso se realizó una segunda siembra por agotamiento en agar X.L.D. Estas segundas siembras fueron incubadas a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas. (4) Identificación: Para la identificación bacteriana se realizaron tres pruebas bioquímicas que permitieron la determinación genérica de los cultivos de Salmonella y la eliminación de falsos positivos: (a) siembra por punción en agar Triple azúcar hierro (TSI), (b) siembra en agar urea y (c) siembra en agar Indol. Se incubó a $36 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 3 horas antes de su interpretación. Dado que se trataba de una investigación de alcance exploratorio, la identificación se llevó hasta el taxón género.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró *Salmonella* en cinco de las 66 muestras evaluadas (7.6%). De las muestras positivas, dos correspondieron a las muestras de los 16 acuarios de peces de reciente importación (12.5%) y tres a las de los 50 acuarios domésticos (6%). En la Tabla 1, se muestran las especies de peces y la frecuencia de los aislamientos de *Salmonella* en los acuarios estudiados. Este, es un hallazgo importante, sobre todo considerando que el aislamiento de *Salmonella* no es frecuente en peces (Black, Hay, Mead & Seal, 1992). En Guatemala, se aislaron recientemente 13 serovares de *Salmonella* en muestras de carne cruda de pollo, la mayoría resistentes a antibióticos (Jarquin et al., 2015). En la última década, se han identificado también casos de salmonelosis en humanos, en todos los departamentos de Guatemala (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2018).

Tabla 1. Distribución de los aislamientos de *Salmonella sp.* en los acuarios muestreados, según condición (recién importados o domésticos) y especies de peces.

No. de muestra	Nombre común	Especie o taxón	Condición del acuario	Presencia de <i>Salmonella</i>
1	Anguila cuerda	<i>Erpetoichthys calabaricus</i>	ri	-
2	Gamba cereza roja	<i>Neocardia heteropoda</i>	ri	-
3	Disco marlboro rojo	<i>Symphysodon sp.</i>	ri	-
4	Locha payaso	<i>Chromobotia macracanthus</i>	ri	+

5	Neón	<i>Paracheirodon innesi</i>	ri	-
6	Oscar	<i>Astronotus ocellatus</i>	ri	-
7	Cíclido mbuna	<i>Cichlydae</i>	ri	-
8	Tetra pastel	<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	ri	-
9	Gupi tequila	<i>Poecilia reticulata</i>	ri	-
10	Ramirezi balón	<i>Microgeophagus ramirezi</i>	ri	-
11	Moli bomba	<i>Poecilia sp.</i>	ri	-
12	Tiburón arcoiris	<u><i>Epalzeorhynchus frenatus</i></u>	ri	+
13	Ramirezi azul albino	<i>Microgeophagus ramirezi</i>	ri	-
14	Tetra limón	<i>Hyphessobrycon pulchripinnis</i>	ri	-
15	Gupi macho rojo lira	<i>Poecilia reticulata</i>	ri	-
16	Tetra serpae	<i>Hyphessobrycon eques</i>	ri	-
17	Cálico sakura	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
18	Ángel y tetra negro	<i>Pterophyllum scalare</i> y <i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	dom	+
19	Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	dom	-
20	Beta	<i>Betta splendens</i>	dom	-
21	Barbo	<i>Barbus barbus</i>	dom	-
22	Moro negro mariposa	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
23	Cíclido	<i>Cichlasoma sp.</i>	dom	-

24	Disco, ángel y pez gato	<i>Symphysodon discus</i> , <i>Pterophyllum scalare</i> e <i>Hypostomus plecostomus</i>	dom	-
25	Espada, gurami, barbo tigre y gupi	<i>Xiphophonis Helleri</i> , <i>Thricogater thricopterus</i> , <i>Puntius tetrazona</i> y <i>Poecilia reticulata</i>	dom	-
26	Ángel	<i>Pterophyllum scalare</i>	dom	-
27	Gupi y tetra pastel	<i>Poecilia reticulata</i> y <i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	dom	-
28	Dorado	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
29	Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	dom	-
30	Ángel negro	<i>Pterophyllum scalare</i>	dom	+
31	Gupi y espada	<i>Poecilia reticulata</i> y <i>Xiphophonis helleri</i>	dom	-
32	Vidrio pintado	<i>Parambassis ranga</i>	dom	+
33	Carpa koi	<i>Cyprinus carpio</i>	dom	-
34	Ryukin y moli	<i>Carassius auratus</i> y <i>Poecilia sphenops</i>	dom	-
35	Tetra pingüino	<i>Thayeria boehlkei</i>	dom	-
36	Gato sol	<i>Horabagrus brachysoma</i>	dom	-
37	Beta	<i>Betta splendens</i>	dom	-
38	Barbo	<i>Puntius tetrazona</i>	dom	-
39	Cory pimienta	<i>Corydoras paleatus</i>	dom	-

40	Ryukin	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
41	Moro mariposa	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
42	Gupi	<i>Poecilia reticulata</i>	dom	-
43	Ninfa dorada	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
44	Vidrio pintado	<i>Parambassis ranga</i>	dom	-
45	Arlequín rasboras	<i>Trigonostigma heteromorpha</i>	dom	-
46	Gurami	<i>Thricogater thricopterus</i>	dom	-
47	Disco y ángel	<i>Symphysodon discus</i> y <i>Pterophyllum scalare</i>	dom	-
48	Disco	<i>Symphysodon discus</i>	dom	-
49	Cálico	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
50	Tetra pastel	<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	dom	-
51	Oranda	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
52	Ángel rayado	<i>Pterophyllum scalare</i>	dom	-
53	Beta	<i>Betta splendens</i>	dom	-
54	Dorado cometa	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
55	Moro y dorado	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
56	Plecóstomo	<i>Hypostomus Plecostomus</i>	dom	-
57	Neón y cardenal	<i>Paracheirodon innesi</i> y <i>P.</i> <i>axelrodi</i>	dom	-
58	Coridora y tetra neón	<i>Corydoris paleatus</i> y	dom	-

		<i>Paracheirodon innesi</i>		
59	Jelly beans	<i>Cichlasoma sp.</i>	dom	-
60	Plati, espada, moli y gupi	<i>Xiphophorus maculatus, X. helleri, Poecilia sphenops, P. reticulata.</i>	dom	-
61	Tiburón arcoíris	<i>Epalzeorhynchus frenatum</i>	dom	-
62	Barbo tigre	<i>Puntius tetrazona</i>	dom	-
63	Dorado oranda	<i>Carassius auratus</i>	dom	-
64	Gupi y neón	<i>Poecilia reticulata y Paracheirodon innesi</i>	dom	-
65	Oranda, plecóstomo, tiburón bala,	<i>Carassius auratus, Hypostomus plecostomus y Balantiocheilus melanopterus</i>	dom	-
66	Beta	<i>Betta splendens</i>	dom	-

Nota: ri = recién importado; dom = doméstico; - = ausencia de *Salmonella*; + = presencia de *Salmonella*.

Aunque los reportes de *Salmonella* en el agua de peces ornamentales se reducen a unos cuantos (Seepersadsingh & Adesiyun, 2003) se ha sugerido que los peces tropicales pueden ser reservorios de esta bacteria (Heuschmann-Brunner, 1974; Lewis, 1975). Black y colaboradores (1992) aislaron *S. java* y *S. litchfield* a partir de muestras de agua de peces tropicales que habían sido importados de Singapur. Redondo & Jarero (1999), aislaron *Salmonella* a partir de muestras de agua de un criadero de peces ornamentales en Morelos, México. Shotts, Kleckner, Gratzek & Blue (1976) aislaron *Salmonella* en el agua de contenedores de transporte de peces ornamentales provenientes del sur de Asia.

El hallazgo de *Salmonella* en agua de acuarios de peces ornamentales en el presente estudio constituye el primer reporte para Guatemala. Los resultados de los aislamientos negativos de nuestro estudio deben considerarse con cautela pues no necesariamente indican que la bacteria *Salmonella* haya estado ausente en los peces o en el agua del acuario. Se sabe que la competencia presente con otros microorganismos y los cambios fisicoquímicos del medio de cultivo y/o del ambiente reduce la sensibilidad de las pruebas de diagnóstico microbiológico (Gonzalez-Pedraza et al., 2013; Pérez et al. 2008). En tal sentido, los cambios más o menos frecuentes del agua y las distintas densidades –y orígenes– de la población de peces presentes en el acuario influyen sobre la composición de especies de la comunidad bacteriana y, por lo tanto, sobre la posibilidad de aislamiento de *Salmonella*.

La frecuencia de aislamiento de *Salmonella* en el agua de los peces de recién importación fue mayor que la encontrada en el agua de los acuarios domésticos. Esto podría deberse a que los peces se importan en contenedores comparativamente más pequeños donde las bacterias alcanzan mayores concentraciones mientras que en los acuarios domésticos la *Salmonella*, si estuviera presente, se encontraría en una densidad mucho menor y, por lo tanto, la probabilidad de aislarla también sería menor. Cuando se usan los métodos tradicionales de aislamiento como el método que se utilizó en este estudio la *Salmonella* no es detectable en muestras que tienen un bajo número de células (Gonzalez-Pedraza et al., 2013).

La importancia del presente reporte radica en el hecho de que la venta y la tenencia de peces son prácticas comunes en Guatemala, probablemente debido a

la facilidad de mantener –y de reponer– los peces. Por ejemplo, según datos proporcionados por el principal importador y distribuidor de artículos para mascotas en Guatemala, en la ciudad capital, se contabilizaban 20 acuarios y 172 petshops, en muchas de las cuales venden peces ornamentales (Luis Santizo, com. pers. 15 de febrero, 2018). Además de los puestos de venta formales, los peces ornamentales son vendidos en mercados municipales y en puestos callejeros. Hasta donde sabemos, no existen controles sanitarios estrictos que estén dirigidos al aseguramiento de la inocuidad de los peces y del agua de los acuarios por lo que la presencia de bacterias del género *Salmonella* podría presentar un riesgo a la salud pública. El hecho de que algunas de las cepas de *Salmonella* aisladas a partir de agua de acuarios hayan sido multirresistentes a antibióticos (Musto et al., 2006; Levings, Lightfoot & Djordjevic, 2006) supondría un riesgo mayor a la hora de la ocurrencia de brotes epidémicos.

Se ha señalado que la importación de mascotas es una fuente de introducción de patógenos entre los que figura la bacteria *Salmonella* (Woodward, Khakhria & Johnson, 1997). Esto es de suma importancia pues en Guatemala, como ya se dijo, se importan peces, tortugas y otros vertebrados sin controles sanitarios estrictos existiendo un riesgo de salud pública de magnitud y alcance desconocidos.

El siguiente paso después del presente hallazgo supone el estudio de la patogenicidad de estas bacterias para la población humana. Sin embargo, mientras no hayamos generado información científica sobre lo anterior, la presencia de *Salmonella* en agua de acuarios domésticos debe ser considerada como un riesgo de salud pública.

VI. RESUMEN

Se investigó la presencia de Salmonella en el agua de acuarios de peces ornamentales recién importados y en acuarios domésticos en la ciudad de Guatemala. Se evaluaron 16 acuarios de peces recién importados y 50 acuarios domésticos. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se encontró Salmonella en cinco de las 66 muestras evaluadas (7.6%). De las muestras positivas, dos correspondieron a los 16 acuarios de peces de reciente importación (12.5%) y tres a los 50 acuarios domésticos (6%). El hallazgo de Salmonella en agua de acuarios de peces ornamentales constituye el primer reporte para Guatemala. Debido al contacto frecuente de los dueños de acuario con el agua y al riesgo que esto supone, se recomienda continuar con los estudios de búsqueda y tipificación de enterobacterias patógenas en acuarios de peces ornamentales en Guatemala.

Palabras clave: Peces tropicales, salmonelosis, riesgos de salud pública, bacteriosis transmitidas por agua, zoonosis.

SUMMARY

The presence of Salmonella in water of recently imported and domestic ornamental fish aquaria in Guatemala City was investigated. Sixteen recently imported and 50 domestic aquaria were sampled. Water samples were processed in the Microbiology Laboratory of the Veterinary Faculty, Universidad de San Carlos de Guatemala. Salmonella was found in five of the 66 samples evaluated (7.6%). Two of the positive samples corresponded to the 16 recently imported fish aquaria (12.5%) and three, corresponded to the domestic aquaria (6%). This finding of Salmonella in water from ornamental fish aquaria is the first report for Guatemala. Due to the constant contact of aquaria owners with the water of the tanks, and the health risk this implies, we recommend further investigation of this and other zoonotic bacteria in ornamental fish in Guatemala.

Keywords: Tropical fish, salmonellosis, public health risk, waterborne bacterioses, zoonoses.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angulo, F. J., Harris, J. R., Neil, K. P., Behravesh, C. B., Sotir, M. J., & Angulo, F. J. (2010). Recent multistate outbreaks of human Salmonella infections acquired from turtles: a continuing public health challenge. *Clinical Infectious Diseases*, 50(4), 554-559.
2. Antunes, P., Réu, C., Sousa, J. C., Peixe, L., & Pestana, N. (2003). Incidence of Salmonella from poultry products and their susceptibility to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology*, 82(2), 97-103.
3. Amavisit, P., Browning, G. F., Lightfoot, D., Church, S., Anderson, G. A., Whithear, K. G., & Markham, P. F. (2001). Rapid PCR detection of Salmonella in horse faecal samples. *Veterinary microbiology*, 79(1), 63-74.
4. Arcos - Ávila, Evelyn C., Mora - Cardona, Leandro, Fandiño – de Rubio, Luz C., Rondón - Barragán, lang S., Prevalencia de Salmonella spp. en carne porcina, plantas de beneficio y expendios del Tolima. Orinoquia [en línea] 2013, 17 (Enero-Junio): [Fecha de consulta: 31 de enero de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89629826007>> ISSN 0121-3709
5. Barreda, C. M., Antúnez, D. C. G., Bär, W., de Bär, G. M., Cano, R. F., & Reyes, G. R. (1999). Reptiles “mascotas”: una fuente potencial de infecciones por Salmonella. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 19(6), 266-269.
6. Black, D. A., Hay, J., Mead, A. J. C., & Seal, D. V. (1992). Salmonella in tropical freshwater fish ‘carriage water’. *Public Health*, 106(5), 413-414.

7. Bryan, F. L., & Doyle, M. P. (1995). Health risks and consequences of Salmonella and Campylobacter jejuni in raw poultry. *Journal of Food Protection*, 58(3), 326-344.
8. Calderón, L. G. R., Delgado, P. A. M., Urbano, M. F. C., & Coy, F. A. C. (2012). Resistencia de la Salmonella a los antimicrobianos convencionales para su tratamiento. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 7(1), 115-127.
9. Carter, M. E., & Quinn, P. J. (2000). Salmonella infections in dogs and cats. En Wray, C. & Wray, A. (Eds). *Salmonella in domestic animals*. (p. 231-244). New York: CABI Publishing.
10. Castro, R. F. (2010). La situación actual de las zoonosis más frecuentes en el mundo. *Gaceta médica de México*, 146(6), 423-429.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2007). Turtle-associated salmonellosis in humans--United States, 2006-2007. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 56(26), 649.
12. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2008). Multistate outbreak of human Salmonella infections associated with exposure to turtles--United States, 2007-2008. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 57(3), 69.
13. Durango, J., Arrieta, G., & Mattar, S. (2004). Presencia de Salmonella spp. en un área del Caribe colombiano: un riesgo para la salud pública. *Biomédica*, 24(1), 89-96.
14. Evans, M. R., Parry, S. M., & Ribeiro, C. D. (1995). Salmonella outbreak from microwave cooked food. *Epidemiology & Infection*, 115(2), 227-230.
15. Fedorka-Cray, P. J., Dargatz, D. A., Thomas, L. A., & Gray, J. T. (1998). Survey of Salmonella serotypes in feedlot cattle. *Journal of food protection*, 61(5), 525-530.

16. Foley, S. L., Lynne, A. M., & Nayak, R. (2008). Salmonella challenges: Prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates 1 2. *Journal of animal science*, 86(14_suppl), E149-E162.
17. Gil, A., & Samartino, L. (2001). Zoonosis en los sistemas de producción animal de las áreas urbanas y periurbanas de América Latina. Roma: FAO, 12-3.
18. Gonzalez-Pedraza, J. B., Soto Varela, Z., Hernández, E., & Villareal Camacho, J. (2013). Aislamiento de Salmonella spp y herramientas moleculares para su detección. *Revista Científica Salud Uninorte*, 30(1), 73-94.
19. Harris, J. R., Bergmire-Sweat, D., Schlegel, J. H., Winpisinger, K. A., Klos, R. F., Perry, C., ... & Sotir, M. J. (2009). Multistate outbreak of Salmonella infections associated with small turtle exposure, 2007–2008. *Pediatrics*, 124(5), 1388-1394.
20. Heinitz, M. L., Ruble, R. D., Wagner, D. E., & Tatini, S. R. (2000). Incidence of Salmonella in fish and seafood. *Journal of food protection*, 63(5), 579-592.
21. Herrera Arias, F. C., & Santos Buelga, J. A. (2005). Prevalencia de Salmonella spp en pescado fresco expendido en Pamplona (Norte de Santander). *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(2).
22. Heuschmann-Brunner, G. (1974). Experimentelle Untersuchungen über Möglichkeiten und Verlauf einer Infektion mit Salmonella enteritidis und Salmonella typhimurium bei Süßwasserfischen. *Zentralblatt Fur Bakteriologie. [Orig. B]*, 158, 412-431.
23. Hudson, C. R., Quist, C., Lee, M. D., Keyes, K., Dodson, S. V., Morales, C., ... & Maurer, J. J. (2000). Genetic Relatedness of Salmonella isolates from Nondomestic Birds in Southeastern United States. *Journal of clinical microbiology*, 38(5), 1860-1865.

24. Instituto Nacional de Estadística (Guatemala). (2015). Compendio estadístico ambiental 2014. Guatemala: INE.
25. Jarquin, C., Alvarez, D., Morales, O., Morales, A. J., Lopez, B., Donado, P., ... & Doyle, M. P. (2015). Salmonella on raw poultry in retail markets in Guatemala: Levels, antibiotic susceptibility, and serovar distribution. *Journal of food protection*, 78(9), 1642-1650.
26. Joffe, D. J., & Schlesinger, D. P. (2002). Preliminary assessment of the risk of Salmonella infection in dogs fed raw chicken diets. *The Canadian Veterinary Journal*, 43(6), 441.
27. Levings, R. S., Lightfoot, D., Hall, R. M., & Djordjevic, S. P. (2006). Aquariums as reservoirs for multidrug-resistant Salmonella Paratyphi B. *Emerging infectious diseases*, 12(3), 507.
28. Mermin J, Hutwagner L, Vugia D, Shallow S, Daily P, Bender J, Koehler J, Marcus R, Angulo FJ. Reptiles, Amphibians, and Human Salmonella Infection: A Population-Based, Case-Control Study. *Clinical Infectious Diseases*, (38), Issue Supplement_3, 15 April 2004, S253–S261.
29. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Guatemala). (2018). Sistema de Información Gerencial en Salud. Base de datos de acceso público.
30. Musto, J., Kirk, M., Lightfoot, D., Gombs, B. G., & Mwanri, L. (2006). Multi-drug resistant Salmonella Java infections acquired from tropical fish aquariums, Australia 2003-04. *Communicable Diseases Intelligence*, 30(2),
31. Nagano, N., Oana, S., Nagano, Y., & Arakawa, Y. (2006). A severe Salmonella enterica serotype Paratyphi B infection in a child related to a pet turtle, *Trachemys scripta elegans*. *Japanese journal of infectious diseases*, 59(2), 132.

32. Lewis, D. H. (1975). Retention of *Salmonella typhimurium* by certain species of fish and shrimp. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 167(7), 551-552.
33. Organización Mundial de la Salud. (2017). *Salmonella (no tifoidea)*. Nota descriptiva. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>
34. Parry, S. M., Palmer, S. R., Slader, J., Humphrey, T., & South East Wales Infectious Disease Liaison Group. (2002). Risk factors for salmonella food poisoning in the domestic kitchen—a case control study. *Epidemiology & Infection*, 129(2), 277-285.
35. Perez, C. M., Sanchez, M. M., Henao, S. & Cardona-Castro, N. M. (2008). Estandarización y evaluación de dos pruebas de Reacción en Cadena de la Polimerasa para el diagnóstico de *Salmonella* entérica subespecie entérica en huevos. *Archivos de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 40(3), 235-242.
36. Redondo, P. N., & Jarero, J. R. (1999). Presencia de bacterias patógenas en peces de ornato. *Hidrobiológica*, 9(2), 85-94.
37. Riley, L. W., Cohen, M. L., Seals, J. E., Blaser, M. J., Birkness, K. A., Hargrett, N. T., ... & Feldman, R. A. (1984). Importance of host factors in human salmonellosis caused by multiresistant strains of *Salmonella*. *Journal of Infectious Diseases*, 149(6), 878-883.
38. Shotts Jr, E. B., Kleckner, A. L., Gratzek, J. B., & Blue, J. L. (1976). Bacterial flora of aquarium fishes and their shipping waters imported from Southeast Asia. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 33(4), 732-735.
39. Szyfres, B., & Acha, P. N. (2003). *Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals: Parasitic Zoonoses (Vol. 580)*. Washington, D. C.: Pan American Health Organization.

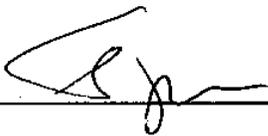
40. Seepersadsingh, N., & Adesiyun, A. A. (2003). Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. in pet mammals, reptiles, fish aquarium water, and birds in Trinidad. *Zoonoses and Public Health*, 50(10), 488-493.
41. Traoré, O., Nyholm, O., Siitonen, A., Bonkougou, I. J. O., Traoré, A. S., Barro, N., & Haukka, K. (2015). Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso. *BMC microbiology*, 15(1), 151.
42. Uribe, C., & Suárez, M. C. (2006). Salmonelosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colombia médica*, 37(2).
43. Veldman, A., Vahl, H. A., Borggreve, G. J., & Fuller, D. C. (1995). A survey of the incidence of *Salmonella* species and Enterobacteriaceae in poultry feeds and feed components. *The Veterinary Record*, 136(7), 169-172.
44. Wells, S. J., Fedorka-Cray, P. J., Dargatz, D. A., Ferris, K., & Green, A. (2001). Fecal shedding of *Salmonella* spp. by dairy cows on farm and at cull cow markets. *Journal of food protection*, 64(1), 3-11.
45. WHO Expert Committee on Salmonellosis Control & World Health Organization. (1988). Control de la salmonelosis: importancia de la higiene veterinaria y de los productos de origen animal. Informe de comité de expertos de la OMS [Ginebra, septiembre de 1987]. Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/handle/1065/40063>
46. Woodward, D. L., Khakhria, R., & Johnson, W. M. (1997). Human salmonellosis associated with exotic pets. *Journal of Clinical Microbiology*, 35(11), 2786-2790.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

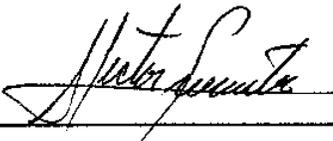
**EXPLORACIÓN DE LA PRESENCIA DE *Salmonella* EN AGUA DE
ACUARIOS DE PECES ORNAMENTALES EN GUATEMALA**

f. 

Ligia Carolina Cojulún Samayoa

f. 

Ph.D. Dennis Sigfried Guerra Centeno

f. 

M.Sc. Héctor Eduardo Fuentes
Rousselin

f. 

M.Sc. Edy Robín Meoño Sánchez

IMPRIMASE

f. 

M.A. Gustavo Enrique Taracena



DECANO