

## Resistencia a los antimicrobianos en bacterias aeromonadales móviles aisladas de peces cultivados en Uruguay

### Antimicrobial resistance in motile aeromonads isolated from fishes cultured in Uruguay

Alejandro Perretta<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2375-1408>

Karina Antúnez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3664-9835>

Pablo Zunino<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2318-3906>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Pesqueras, Facultad de Veterinaria – UdelaR  
Tomás Basáñez 1160, Montevideo. C.P.: 11300.

<sup>2</sup> Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas “Clemente Estable” - MEC

Veterinaria (Montevideo) Volumen 55  
Nº 211 - 1 (2019) 4-8

DOI: 10.29155/VET.55.211.1

Recibido: 18/09/2018

Aceptado: 13/11/2018

#### Resumen

Nuestro país es referente a nivel mundial en algunos sectores de la acuicultura tales como la producción de caviar a partir de la cría de esturiones. Como en todas las producciones animales intensivas, en piscicultura se desarrollan epizootias debido a patógenos bacterianos en cuyo caso el empleo de antimicrobianos puede constituir una estrategia de control. La Septicemia por *Aeromonas* móviles (SAM) es la enfermedad infecciosa más prevalente en la piscicultura nacional. Las dificultades para el acceso en el país a formulaciones específicas para acuicultura y la carencia de información farmacológica para las especies y condiciones de cultivo nacionales, provocan en muchos casos un uso indebido de los fármacos con el consecuente riesgo de desarrollo de resistencia a los antimicrobianos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los perfiles de resistencia a los antimicrobianos desarrollados por un número representativo de aeromonadales aislados de peces cultivados en nuestro país. Para ello se empleó el método de difusión en placa según protocolo estandarizado por el *Clinical and Laboratory Standard Institute*. Los antimicrobianos evaluados fueron: amoxicilina ácido clavulánico, ampicilina, ampicilina dicloxacilina, enrofloxacin, eritromicina, nitrofurantoina, oxitetraciclina, penicilina, tiamfenicol y sulfametoxazole-trimetropim. Se halló un elevado porcentaje (82.3%) de aislamientos multiresistentes a los antimicrobianos. Todos los aislamientos analizados fueron susceptibles a la acción de los antimicrobianos enrofloxacin y nitrofurantoina.

**Palabras clave:** *Aeromonas*, resistencia, peces, Uruguay

#### Summary

Uruguay is a world reference in some aquaculture sectors such as caviar production in sturgeons farms. Bacterial outbreaks are usual in fish farming as well as in all intensive animal production and the use of antimicrobials appears as a strategy for their control. Motile aeromonads septicemia is the most prevalent infectious disease in Uruguayan aquaculture. The difficulties for access to specific formulations for aquaculture in the country and the lack of pharmacological information for the species and national culture conditions, cause in many cases, improper use of the drugs with the consequent risk of developing resistance to antimicrobials. The aim of this work was to characterize the antimicrobial resistance profiles developed by a representative number of aeromonads isolated from fishes cultured in Uruguay. It was used the agar diffusion method according to the protocol standardized by the Clinical and Laboratory Standard Institute. The antimicrobials evaluated were: amoxicillin with clavulanic acid, ampicillin, ampicillin with dicloxacillin, enrofloxacin, erythromycin, nitrofurantoin, oxytetracycline, penicillin, thiamphenicol and sulfamethoxazole-trimetropim. We found a high percentage (82.3%) of antimicrobial multiresistant isolates. All the isolates analyzed were susceptible to the action of the antimicrobials enrofloxacin and nitrofurantoin.

**Key words:** *Aeromonas*, resistance, fishes, Uruguay

## Introducción

La acuicultura es la actividad de producción animal que más se ha expandido en las últimas décadas a nivel mundial, superando en ritmo de crecimiento anual al resto de las producciones animales y supliendo casi el 50% de los productos acuáticos que se consumen actualmente (FAO, 2018). En este contexto Uruguay se destaca como el mayor productor de caviar en Sudamérica y uno de los diez principales productores a nivel mundial (Bronzi y Rosenthal, 2014), con una producción anual que supera las 600 toneladas de carne de esturión y las siete toneladas de caviar (DINARA, 2014). A su vez, el cultivo de peces ornamentales se destaca como una rama de la actividad de importancia a nuestra escala país, con una producción anual de 250.000 animales en promedio (Carnevia y col., 2013).

Al igual que en otras producciones animales, en los establecimientos de piscicultura intensiva ocurren epizootias por diversos patógenos, dentro de los que se destacan por su prevalencia e importancia las bacterias Gram negativas (Austin y Austin, 2007). La septicemia por *Aeromonas* móviles (SAM) es la enfermedad infecciosa más importante en la piscicultura nacional, afectando tanto peces ornamentales como para consumo humano, siendo *Aeromonas hydrophila* y *A. veronii* las especies más prevalentes en nuestra acuicultura (Perretta y col., 2018).

Estos microorganismos, ubicuos en toda la biosfera microbiana, han adquirido relevancia para la salud en las últimas décadas, debido por un lado al aumento y la gravedad de los casos clínicos observados en pacientes humanos y por otro lado a las importantes pérdidas económicas provocadas en la acuicultura (Janda y Abbott, 2010; Rasmussen-Ivey y col., 2016).

El elevado número de mortandades que puede provocar la enfermedad sin tratamiento y la carencia de herramientas de prevención, hacen que los piscicultores nacionales, tanto de peces ornamentales como para consumo, optan por la terapia con antimicrobianos para controlar epizootias. Las dificultades para el acceso en el país a formulaciones específicas para acuicultura y

la carencia a su vez de información farmacológica para las especies y condiciones de cultivo nacionales, provocan en muchos casos un uso indebido de los fármacos con el consecuente riesgo de desarrollo de resistencia a los antimicrobianos.

A pesar de la importancia que poseen los aeromonadales tanto para la salud humana como animal, para Janda y Abbott (2010) la susceptibilidad *in vitro* de *Aeromonas* spp. a los antimicrobianos es un área clave del conocimiento de los aeromonadales que ha recibido poca atención en las últimas décadas.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los perfiles de resistencia a los antimicrobianos desarrollados por un número representativo de aeromonadales aislados de peces cultivados en nuestro país.

## Materiales y Métodos

### Origen de los aislamientos

Se emplearon 33 aislamientos de *Aeromonas* spp. obtenidos de distintas especies de peces de agua dulce con signos clínicos de SAM (6% *A. allosaccharophila*, 6% *A. bestiarium*, 3% *A. caviae*, 15% *A. punctata*, 36% *A. hydrophila* y 33% *A. veronii*). Los animales afectados provinieron de acuarios comerciales (6.2%), bioterios (21.9%) y criaderos de peces ornamentales y para consumo (71.9%), todos ellos ubicados dentro del territorio nacional.

Mediante entrevista a los encargados de la sanidad de cada establecimiento se determinó el tipo y la frecuencia de uso de antimicrobianos. Se evaluó la susceptibilidad de cada aislamiento hacia diez antimicrobianos entre los que se incluyen aquellos empleados en la acuicultura nacional, a saber: amoxicilina ácido clavulánico (AMC 2:1, 20µg), ampicilina (AP 10µg), ampicilina dicloxacilina (AMD 10:1, 10µg), enrofloxacina (ENO 30µg), eritromicina (ER 15µg), nitrofurantoína (NF 300µg), oxitetraciclina (OT 30µg), penicilina (P 10U), tiamfenicol (TFM 65µg) y sulfametoxazole-trimetropim (SXT 19:1, 25µg).

Para la determinación de sensibilidad se empleó el método de difusión simple en agar (Bauer y col., 1966) según el protocolo

**Cuadro 1.** Estándares de sensibilidad empleados para la determinación de resistencia en los aislamientos de *Aeromonas* spp. móviles provenientes de peces cultivados en Uruguay mediante el método de difusión en placa (Kirby-Bauer).

Antimicrobiano	Diámetro del halo en milímetros			Referencia
	S	R	I	
Amoxicilina (20µg) + Ácido clavulánico (10µg)	≥ 18	≤ 13	14 a 17	BD; CLSI, 2006
Ampicilina (10µg)	≥ 17	≤ 13	14 a 16	BD
Ciprofloxacina (5µg)	≥ 21	≤ 15	16 a 20	BD; CLSI, 2006
Cloramfenicol (30µg)	≥ 18	≤ 12	13 a 17	CLSI, 2006
Eritromicina (15µg)	≥ 23	≤ 13	14 a 22	BD
Levofloxacina (5µg)	≥ 17	≤ 13	14 a 16	BD; CLSI, 2006
Nitrofurantoína (300µg)	≥ 17	≤ 14	15 a 16	BD
Penicilina (10U)	≥ 15	≤ 14	sin dato	BD
Sulfametoxazole (25µg) + Trimetoprim (1,3µg)	≥ 16	≤ 10	11 a 15	BD; CLSI, 2006
Tetraciclina (30 µg)	≥ 19	≤ 14	15 a 18	BD; CLSI, 2006

I: sensibilidad intermedia, R: resistente, S: sensible

BD: Becton Dickinson®

que figura en el manual M42-P del *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) (CLSI, 2005). Se empleó la cepa tipo de *A. hydrophila* ATCC 7966® como control de calidad del procedimiento.

La discriminación entre bacterias sensibles, resistentes e intermedias se basó en los estándares especificados por CLSI para *Aeromonas hydrophila* (CLSI, 2006). En los casos en los que dicho estándar no posee información para el antimicrobiano empleado, se utilizó la información existente para drogas de la misma familia o el estándar de sensibilidad aportado por el fabricante de los Sensi-Discs® (Bekton Dickinson, BD) (ver Cuadro 1).

Se consideraron aislamientos susceptibles a la acción de un antimicrobiano determinado a aquellos cuyos halos de inhibición correspondieron tanto a la categoría “resistente”, como “intermedia”. Este criterio se basa en que los estándares de resistencia existentes en la actualidad no han sido evaluados en patógenos de organismos acuáticos y a su vez no se han desarrollado modelos farmacométricos en peces para dichas drogas (del Río-Rodríguez y Turnbull, 2002; Smith y col., 1994).

Se determinaron las diferencias de susceptibilidad entre especies mediante el empleo del test de Chi<sup>2</sup> con un nivel de confianza del 95% (software Statgraphics versión 16.1.18).

Se calculó a su vez el “Índice de Multirresistencia a Antimicrobianos” (MAR), como el cociente entre el número de antimicrobianos a los que un aislamiento fue susceptible sobre el número de antimicrobianos evaluados para ese aislamiento. Valores de MAR mayores o iguales a 0,2 son indicativos de aislamientos con alto riesgo de proceder de ambientes donde se hace uso habitual de antimicrobianos, los valores inferiores o iguales a 0,2 indican aislamientos procedentes de ambientes donde el uso de antimicrobianos es mínimo o nulo (Krumperman, 1983). Para aumentar la confiabilidad de los resultados se excluyeron los antimicrobianos β-lactámicos de este análisis debido a que para algunos autores este grupo bacteriano es naturalmente resistente a la acción de estos fármacos (Aoki, 1999; Martin-Carnahan y Joseph, 2005)

## Resultados

En el cuadro 2 se presentan los perfiles de sensibilidad desarrollados por los distintos aislamientos ante los diferentes antimicrobianos evaluados. Todos los aislamientos evaluados son resistentes a las penicilinas, ya sea naturales o sintéticas. La adición de un inhibidor de las β-lactamasas (ácido clavulánico), permite desarrollar sensibilidad al 11,8% de los aislamientos analizados. Se destaca a su vez, el escaso número de aislamientos sensibles a los macrólidos (11,8% de aislamientos sensibles a la Eritromicina).

Los aislamientos procedentes de un mismo brote epizootico poseen perfiles de sensibilidad similares entre sí, salvo en una ocasión en que dos aislamientos epizootiológicamente relacionados no comparten el mismo perfil de sensibilidad

**Cuadro 2.** Resultados del antibiograma realizado sobre *Aeromonas* spp. móviles aisladas de peces cultivados en Uruguay, método de difusión en placa según documento M45-P de CLSI (los valores corresponden al diámetro del halo de inhibición en milímetros).

Aislamiento	AMC	AMD	AP	ENO	ER	NF	OT	P	TFM	SXT
A1	20	-	-	37	<b>20</b>	25	32	-	36	36
A2	21	-	-	34	24	25	33	-	34	32
B1	<b>15</b>	-	-	37	<b>20</b>	23	32	-	33	33
B2	18	-	-	38	<b>19</b>	26	33	-	35	34
C1	<b>12</b>	-	-	30	<b>19</b>	20	24	-	33	26
H1	<b>15</b>	-	-	36	<b>9</b>	24	23	-	32	23
H2	<b>15</b>	-	-	32	<b>15</b>	24	35	-	36	36
H3	<b>16</b>	-	-	37	<b>15</b>	24	34	-	36	35
H4	<b>11</b>	-	-	31	<b>18</b>	24	30	-	26	32
H5	<b>17</b>	-	-	37	<b>20</b>	23	32	-	33	35
H6 <sup>a</sup>	<b>14</b>	-	-	35	<b>16</b>	23	33	-	33	35
H7 <sup>a</sup>	<b>12</b>	-	-	39	<b>17</b>	25	35	-	41	32
H8	<b>14</b>	-	-	33	<b>15</b>	23	<b>9</b>	-	-	-
H9	<b>13</b>	-	-	32	<b>21</b>	21	-	-	-	-
H10	<b>13</b>	-	-	33	23	21	29	-	31	30
H11	<b>15</b>	-	-	21	<b>15</b>	22	30	-	31	29
H12	<b>15</b>	-	-	34	<b>17</b>	22	33	-	32	33
H13	<b>10</b>	-	-	32	<b>18</b>	21	27	-	29	29
P1	<b>13</b>	-	-	31	<b>13</b>	20	26	-	33	20
P2 <sup>b</sup>	<b>13</b>	-	-	32	<b>15</b>	20	20	-	32	20
P3 <sup>b</sup>	<b>12</b>	-	-	32	<b>18</b>	21	28	-	32	25
P4 <sup>c</sup>	<b>13</b>	-	-	29	<b>16</b>	19	23	-	29	25
P5 <sup>c</sup>	<b>15</b>	-	-	32	<b>16</b>	21	23	-	32	24
V1	<b>15</b>	-	-	43	<b>22</b>	25	33	-	35	35
V2	<b>14</b>	-	-	29	<b>15</b>	21	<b>10</b>	-	32	25
V3 <sup>d</sup>	<b>13</b>	-	-	36	<b>21</b>	22	<b>13</b>	-	-	25
V4 <sup>d</sup>	<b>16</b>	-	-	39	24	22	35	-	32	38
V5	<b>16</b>	-	-	37	<b>21</b>	22	<b>9</b>	-	32	24
V6	<b>15</b>	-	-	21	24	19	<b>13</b>	-	-	32
V7	<b>14</b>	-	-	25	<b>18</b>	24	-	-	36	26
V8	<b>13</b>	-	-	31	<b>12</b>	21	26	-	32	19
V9	20	-	-	26	<b>16</b>	23	27	-	33	22
V10 <sup>e</sup>	<b>14</b>	-	-	36	<b>15</b>	21	23	-	32	23
V11 <sup>e</sup>	<b>16</b>	-	-	34	<b>18</b>	21	24	-	33	25

AMC: amoxicilina ácido clavulánico (2:1, 20µg), AMD: ampicilina dicloxacilina (10:1, 10µg), AP: ampicilina (10µg), ENO: enrofloxacin (30µg), ER: eritromicina (15µg), NF: nitrofurantoina (300µg), OT: oxitetraciclina (30µg), P: penicilina (10U), TFM: tiamfenicol (65µg), SXT: sulfametoxazole trimetropim (19:1, 25µg).

Se destacaron en negrita aquellos halos correspondientes a sensibilidad intermedia o resistencia según estándar de CLSI y/o especificaciones del fabricante de los sensores empleados.

(-) corresponde a aquellos casos donde no se detectó inhibición del crecimiento bacteriano.

<sup>a, b, c, d, e</sup>: letras iguales indican aislamientos procedentes de un mismo brote epizootológico.

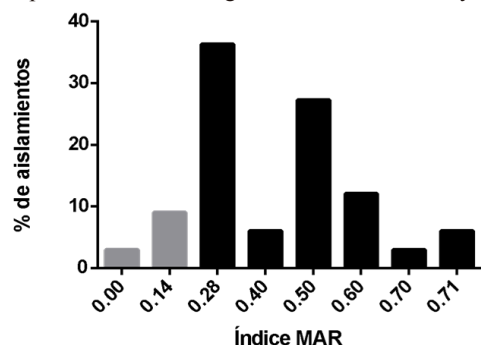
(V3-V4).

En la Figura 1 se muestra la proporción de aislamientos que adoptan cada uno de los valores de Índice MAR calculados. Cabe destacar que 82,3% de los aislamientos nacionales de *Aeromonas* spp. son multirresistentes a los antimicrobianos.

## Discusión

Este es el primer estudio que analiza la resistencia a los antimicrobianos desarrollada por un número representativo de microorganismos aeromonadales aislados de peces procedentes de la acuicultura nacional. A partir de los resultados obtenidos es posible advertir el elevado número de *Aeromonas* spp. resistentes que se aíslan de los peces que se cultivan en nuestro país, ya sea ornamentales o para consumo humano.

Existe consenso en afirmar que la resistencia a los antimicrobianos en este grupo bacteriano se ha visto incrementada en los últimos años, por un lado debido al desarrollo de cepas multirresistentes procedentes de las aguas residuales urbanas y hospita-



**Figura 1.** Gráfico en el que se representan los diferentes valores del Índice de Multirresistencia a los antimicrobianos (MAR) observado en aislamientos de *Aeromonas* spp. móviles obtenidos de peces cultivados en Uruguay. Las barras de color gris corresponden a aislamientos no multirresistentes (Índice MAR < 0.2) y las de color negro corresponden a aislamientos multirresistentes

larias y por otro lado debido al uso indiscriminado de antimicrobianos que ha hecho históricamente la acuicultura (Schmidt y col., 2000; Kaskhedikar y Chhabra, 2010; Saavedra, 2012).

*Aeromonas* spp. aisladas de sistemas de cultivo de peces son particularmente resistentes a los antimicrobianos y frecuentemente contienen plásmidos e integrones con múltiples genes de resistencia, lo que genera dificultades en el tratamiento de las enfermedades provocadas por este grupo bacteriano (Baquero y col., 2008; Odeyemi y col., 2012).

Teniendo en cuenta la clasificación de susceptibilidad a los antimicrobianos establecida por Janda y Abbott (2010) para *Aeromonas* spp., los aislamientos nacionales deben considerarse en general resistentes a los macrólidos y penicilinas naturales y de espectro ampliado (<12% de aislamientos susceptibles); con susceptibilidad variable hacia los anfenicoles y tetraciclinas (79 a 88%) y susceptibles a los antifolatos, quinolonas y nitrofuranos (94 a 100%); hallazgos coincidentes con los realizados por dichos autores a partir de la revisión de una extensa bibliografía.

A pesar de esto es preciso destacar que en *Aeromonas* spp. pro-

cedentes de la acuicultura es común observar diferencias en la resistencia a los distintos fármacos debido a la expresión de distintos mecanismos de resistencia en aislamientos que se hayan expuestos a presión de selección inducida por el uso de diferentes antimicrobianos (Yi y col., 2014). Del mismo modo es común encontrar aislamientos de *Aeromonas* spp. multirresistentes debido principalmente a la adquisición por transferencia horizontal de elementos móviles del genoma que poseen varios genes de resistencia (Rhodes y col., 2000; Ndi y Barton, 2011; Saavedra, 2012)

Si bien existen pocas investigaciones que comparen la susceptibilidad entre especies, algunos autores destacan que *A. hydrophila* es más resistente a los antimicrobianos que *A. caviae* y *A. sobria*, especialmente a las penicilinas y cefalosporinas (Mottyl y col., 1985; Chang y Bolton, 1987). En nuestro caso, no se encontraron diferencias entre especies en lo que respecta a la susceptibilidad desarrollada para el conjunto de los antibióticos analizados ( $\chi^2=104,627$ ; g.l.: 306;  $p=1,0$ ).

Los hallazgos realizados en el marco de esta investigación revelan el elevado número de aislamientos de *Aeromonas* spp. multirresistentes que ocurren en la acuicultura nacional, hecho que reviste gran importancia, no solo por las dificultades en el tratamiento de las aeromoniasis que puedan ocurrir en las pisciculturas, sino además por la capacidad de actuar de reservorios de genes de resistencia que poseen estos microorganismos y la facilidad de dispersión de los mismos hacia otros ecosistemas a través del medio acuático (Janda y Abbott, 2010; Igbinosa y col., 2013; Patil y col., 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta fundamental el establecimiento de correctos planes terapéuticos en los sistemas de acuicultura de nuestro país, basados en un adecuado diagnóstico y antibiograma de los microorganismos actuantes y en la investigación de aspectos farmacométricos aplicados a las especies icticas de interés para el país.

## Conclusiones

Existe un elevado porcentaje (82.3%) de aislamientos de *Aeromonas* spp. procedentes de peces cultivados en nuestro país que son multirresistentes a los antimicrobianos.

Todos los aislamientos analizados fueron susceptibles a la acción de los antimicrobianos enrofloxacina y nitrofurantoina. Bib

## Bibliografía

1. Aoki T. (1999). Motile Aeromonads (*A. hydrophila*). En: Woo, P. y Bruno, D. Fish Diseases and Disorders. Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections. Editado por: CABI Publishing, New York. pp:427-453.
2. Austin B y Austin D. (2007). Bacterial fish pathogens: dis-

- eases in farmed and wild fish. Springerlink and Praxis Publishing eds., Chinchester, UK. pp:552.
3. Baquero F, Martínez J y Cantón R. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr Opin Biotech.* 19:260-265.
  4. Bauer A, Kirby W y Sherris J. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol.* 45:493-496.
  5. Bronzi P y Rosenthal H. (2014). Present and future sturgeon and caviar production and marketing: A global market overview. *Journal Appl Ichthyol.* 30(6):1536–1546.
  6. Carnevia D, Letamendia M y Perretta A. (2013). Pathogenic Gram-negative bacteria isolated from ornamental fish in Uruguay: characterization and antibiotic resistance. *B Eur Assoc Fish Pat.* 33(6):181-186.
  7. Chang B y Bolton S. (1987). Plasmids and resistance to antimicrobial agents in *Aeromonas sobria* and *Aeromonas hydrophila* clinical isolates. *Antimicrob Agents Ch.* 31(8):1281-1282.
  8. CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). (2005). Methods for Antimicrobial Disk Susceptibility Testing of Bacteria Isolated from Aquatic Animals; Proposed Guideline. CLSI document M42-P. Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA.
  9. CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). (2006). Methods for Antimicrobial Dilution and Disk Susceptibility Testing of Infrequently Isolated and Fastidious Bacteria; Proposed Guideline. CLSI document M45-P. Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA.
  10. del Río-Rodríguez R y Turnbull J. (2002). Aerobic microflora of imported ornamental fish from Singapore and South America. Part 2: Antimicrobial Resistant Profiles of motile Aeromonads. *Fish Veterinary Journal.* 6:1-21.
  11. DINARA (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos). (2014). Boletín Estadístico Pesquero zafra 2014. [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/boletin\\_estadistico\\_pesquero\\_2014.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/boletin_estadistico_pesquero_2014.pdf) (último acceso 13/09/2018)
  12. FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
  13. Igbinsola I, Chigor H, Igbinsola V, Obi E y Okoh A. (2013). Antibioqram, adhesive characteristics, and incidence of class 1 integron in *Aeromonas* species isolated from two South African rivers. *BioMed Res Int.* ID 127570.
  14. Janda M. y Abbott S. (2010). The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. *Clin Microbiol Rev.* 23(1):35-73.
  15. Kaskhedikar M y Chhabra D. (2010). Multidrug resistance in *Aeromonas hydrophila* isolates of fish. *Veterinary World.* 3(2):76-77.
  16. Krumperman P. (1983). Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Appl Environ Microb.* 46(1):165-170.
  17. Martin-Carnahan A y Joseph S. (2005). Order XII. Aeromonadales ord. nov. En: Brenner, D.; Krieg, N.; Staley, J. & Garrity, G. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2ª edición, vol. 2, parte B. New York: Springer. pp. 556-580
  18. Motyl M, McKinley G y Janda M. (1985). In Vitro susceptibilities of *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* and *Aeromonas caviae* to 22 antimicrobial agents. *Antimicrob Agents Ch.* 28(1):151-153.
  19. Ndi O y Barton M. (2011). Incidence of class 1 integron and other antibiotic resistance determinants in *Aeromonas* spp. from rainbow trout farms in Australia. *J Fish Dis.* 34:589-599.
  20. Odeyemi O, Asmat A y Usup G. (2012). Antibiotic resistance and putative virulence factors of *Aeromonas hydrophila* isolated from estuary. *J Microbiol Biotech Food Sci.* 1(6):1339-1357.
  21. Patil H, Benet-Perelberg A, Naor A, Smirnov M, Ofek T, Nasser A, Minz D, y Cytryn E. (2016). Evidence of increased antibiotic resistance in phylogenetically-diverse *Aeromonas* isolates from semi-intensive fish ponds treated with antibiotics. *Front Microbiol.* 7:1875.
  22. Perretta A, Antúnez K y Zunino P. (2018). Phenotypic, molecular and pathological characterization of motile aeromonads isolated from diseased fishes cultured in Uruguay. *J Fish Dis.* 40(10):1559-1569.
  23. Rasmussen-Ivey C, Hossain M, Odom S, Terhune J, Hemstreet W, Shoemaker C, Zhang D, Xu D, Griffin M, Liu Y, Figueras M, Santos S, Newton C y Liles M. (2016). Classification of a hypervirulent *Aeromonas hydrophila* pathotype responsible for epidemic outbreaks in warm-water fishes. *Front Microbiol.* 7:1615.
  24. Rhodes G, Huys G, Swing J, McGann P, Hiney M, Smith P y Pickup R. (2000). Distribution of Oxytetracycline Resistance Plasmids between Aeromonads in Hospital and Aquaculture Environments: Implication of Tn1721 in Dissemination of the Tetracycline Resistance Determinant Tet A. *Appl Environ Microbiol.* 66(9):3883-3890.
  25. Saavedra M. (2012). Antibiotic Resistance of the Genus *Aeromonas* spp. *Aquac Res Develop.* 3(2):1000e101.
  26. Schmidt A, Bruun M, Dalsgaard I, Pedersen K y Larsen J. (2000). Occurrence of Antimicrobial Resistance in Fish-Pathogenic and Environmental Bacteria Associated with Four Danish Rainbow Trout Farms. *Appl Environ Microbiol.* 66(11):4908-4915.
  27. Smith P, Hiney M y Samuelsen O. (1994). Bacterial resistance to antimicrobial agents used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. *Annu Rev Fish Dis.* 4:273-313. Yi S, Kim D, You M, Kim B, Kim W y Shin G. (2014). Antibiotic and heavy metal resistance in motile *Aeromonas* strains isolated from fish. *Afr J Microbiol Res.* 8(17):1793-1797.

#### Nota de Contribución:

Alejandro Perretta<sup>1</sup> 34%  
 Karina Antúnez<sup>2</sup> 33%  
 Pablo Zunino<sup>2</sup> 33%