

2023-04-27

Detección de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en peces marinos y de agua dulce y su implicación como posible riesgo sanitario

Edgar Oliver López-Villegas

Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, ivoliver@hotmail.com

Gabriela González-Cruz

Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, konanroadcam@gmail.com

Ricardo Miranda Crisóstomo

Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, ricardomiranc@gmail.com

Juan Carlos Cancino-Díaz

Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, jccancinodiaz@hotmail.com

Sonia Gutiérrez-Paredes

Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, sguatiepa@hotmail.com

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>



Part of the [Agriculture Commons](#), [Animal Sciences Commons](#), and the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

López-Villegas EO, González-Cruz G, Miranda Crisóstomo R, Cancino-Díaz JC, Gutiérrez-Paredes S, Guerra-Infante FM y de Haro-Cruz Md. Detección de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en peces marinos y de agua dulce y su implicación como posible riesgo sanitario. *Rev Med Vet.* 2023;(46):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss46.8>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Detección de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en peces marinos y de agua dulce y su implicación como posible riesgo sanitario

Autor

Edgar Oliver López-Villegas, Gabriela González-Cruz, Ricardo Miranda Crisóstomo, Juan Carlos Cancino-Díaz, Sonia Gutiérrez-Paredes, Fernando Martín Guerra-Infante, and María de Jesús de Haro-Cruz

DetECCIÓN DE *Erysipelothrix rhusiopathiae* EN PECES MARINOS Y DE AGUA DULCE Y SU IMPLICACIÓN COMO POSIBLE RIESGO SANITARIO*

Edgar Oliver López-Villegas¹ / Gabriela González-Cruz² / Ricardo Miranda Crisóstomo³ / Juan Carlos Cancino-Díaz⁴ / Sonia Gutiérrez-Paredes⁵ / Fernando Martín Guerra-Infante⁶ / María de Jesús de Haro-Cruz⁷

Resumen

Erysipelothrix rhusiopathiae es un bacilo grampositivo que infecta diversas especies de animales como cerdos, ovinos, bovinos, peces y crustáceos. Recientemente, se han incrementado los reportes de infección por este microorganismo en pescadores, manejadores de productos de pescado y personas que limpian estanques. Esta bacteria se mantiene en el limo y en las escamas de los peces, sin causarles daño. Sin embargo, se ha demostrado que puede causar septicemia en anguilas y peces de ornato. El propósito de esta investigación fue detectar la presencia de *E. rhusiopathiae* en escamas de diversas especies de peces de agua dulce y salada. Se recolectaron 390 muestras de las especies de huachinango, salmón, mojarra, lisa y corvina de diferentes estados de la República Mexicana. El aislamiento de la bacteria se realizó en medio *packer* modificado y en gelosa sangre, y su identificación se realizó en el sistema API Coryne. Un segundo ensayo de identificación se realizó mediante la amplificación de los genes rRNA 16s y el gen *spa* A mediante PCR múltiple. Los resultados obtenidos por el sistema API Coryne mostraron un 15 % de identificación positiva de *E. rhusiopathiae*, mientras que solo el 10 % fue positivo por la técnica de PCR múltiple. La mayor detección de esta bacteria se dio en

* Artículo de investigación.

- 1 Químico bacteriólogo parasitólogo. Maestro en Ciencias Quimicobiológicas. Doctor en Ciencias. Jefe del Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ ivoliver@hotmail.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0002-9995-2145>
- 2 Química bacterióloga parasitóloga. Alumna investigadora del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ konanroadcam@gmail.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0001-9263-2723>
- 3 Químico bacteriólogo parasitólogo. Alumno investigador del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ ricardomiranc@gmail.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0002-4717-795X>

Cómo citar este artículo: López-Villegas EO, González-Cruz G, Miranda Crisóstomo R, Cancino-Díaz JC, Gutiérrez-Paredes S, Guerra-Infante FM, et al. Detección de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en peces marinos y de agua dulce y su implicación como posible riesgo sanitario. Rev Med Vet. 2023;(46): e1455. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss46.8>

- 4 Ingeniero bioquímico. Maestro en Ciencias Quimicobiológicas. Doctor en Ciencias. Profesor investigador del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ jccancinodiaz@hotmail.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0002-3708-7010>
- 5 Química bacterióloga parasitóloga. Maestra en Educación. Profesora investigadora del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ sguatiepa@hotmail.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0002-4612-3028>
- 6 Químico bacteriólogo parasitólogo. Maestro en Ciencias en Inmunología. Doctor en Ciencias. Profesor investigador del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. Jefe del Laboratorio de Virología del Instituto Nacional de Perinatología, Isidro Espinosa de los Reyes, Ciudad de México.
✉ fguerra_96@yahoo.com
🌐 <http://orcid.org/0000-0001-8730-0484>
- 7 Química bacterióloga parasitóloga. Maestra en Ciencias Quimicobiológicas. Doctora en Biomedicina y Biotecnología Molecular. Profesora investigadora del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
✉ deharoc@yahoo.com.mx
🌐 <http://orcid.org/0000-0003-3258-5608>

mojarras. La presencia de *E. rhusiopathiae* en las escamas de estos peces representa un riesgo potencial para los manejadores de peces, así como en la formulación de alimentos balanceados para el desarrollo de actividades de acuicultura, avicultura y porcicultura.

Palabras clave: peces; *Erysipelothrix rhusiopathiae*; endocarditis; porcicultura.

Detection of *Erysipelothrix rhusiopathiae* from Marine and Freshwater Fish and its Implication as a Possible Health Risk

Abstract

Erysipelothrix rhusiopathiae is a Gram-positive bacillus that infects animals such as pigs, sheep, cattle, fish, and crustaceans. This microorganism's reports of infection have recently increased in fishers, handlers of fish products, and people who clean ponds. This bacterium remains in the slime and scales of the fish, without harming them. However, it has been shown to cause septicemia in eels and ornamental fish. This research aimed to detect the presence of *E. rhusiopathiae* in scales of various species of freshwater and saltwater fish. 390 samples of the red snapper, salmon, mojarra, lisa, and corvina species from different states of the Mexican Republic were collected. The bacterium isolation was carried out in a modified packer medium and agar blood, and its identification was performed in the API Coryne system. A second identification was performed by amplifying of the rRNA 16s genes and the *spa A* gene by multiplex PCR assay. The results obtained by the API Coryne system showed 15% identification for *E. rhusiopathiae*, while only 10% were positive by the multiplex PCR technique. The most notable detection of this bacterium was found in mojarras. The presence of *E. rhusiopathiae* in the scales of these fish represents a potential risk for fish handlers, such as in the formulation of balanced feed for the development of aquaculture, poultry, and pig farming activities.

Keywords: fish; *Erysipelothrix rhusiopathia*; endocarditis; pig farming.

INTRODUCCIÓN

Erysipelothrix rhusiopathiae es el agente etiológico de la erisipela porcina, enfermedad de gran impacto económico en los sistemas de producción porcina en todo el mundo. Esta afecta a aves, ratones, porcinos, ovinos y bovinos. Además, su presencia en crustáceos frescos y en peces marinos ha sido demostrada, sin que se evidencie en ellos una infección (1, 2, 3). A pesar de lo anterior, Chong y cols. (3) reportaron que este patógeno puede provocar septicemia en anguilas, y recientemente se ha informado además del aislamiento de una nueva especie de *Erysipelothrix* denominada *piscisicarius*, con capacidad para producir enfermedad en peces de ornato (4).

En humanos, *E. rhusiopathiae* (ER) causa una zoonosis ocupacional cuando los afectados se exponen a productos de animales, o al limo de peces contaminados, siendo los pescadores, los tablajeros, los agricultores, las amas de casa y los veterinarios quienes tienen un mayor riesgo de infección (1, 2). Existen tres formas clínicas que produce este patógeno: el erisipeloide, la forma cutánea difusa y la sistémica. En ese sentido, la más peligrosa es la sistémica, en cuyo caso puede haber una endocarditis, además de que pueden desarrollarse abscesos, artritis y osteomielitis (5, 6, 7). Aunque la infección en estos trabajadores es rara, existen otros factores de riesgo que favorecen la infección, tales como el consumo elevado de alcohol, la diabetes, la malnutrición y la edad (entre 40 y 60 años) (8).

Otro aspecto importante es el delimitado en los informes de Opriessnig y cols. (2), quienes describieron que las cepas ER aisladas de los productos de peces que se utilizan para la alimentación porcina pueden ocasionar brotes en granjas porcícolas. Debido a lo anterior, el propósito de esta investigación fue determinar la existencia de ER en escamas de pescados de agua dulce y marinos, como una forma posible de infección en los pescaderos o pescaderas de la Ciudad de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras biológicas

Se recolectaron escamas de 390 pescados, de los cuales 90 muestras fueron de huachinango (*Lutjanus campechanus*), 10 de carpa cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*), 10 de lisa (*Mugil cephalus*), 10 de corvina (*Sciaenops ocellatus*), 60 de salmón (*Salmo salar*), y 210 de mojarra (*Cichlasoma urophthalma*), provenientes de los estados de Veracruz, Oaxaca, Campeche y Nayarit, de la República Mexicana, y de Chile, respectivamente. Los pescados se seleccionaron al azar. Posteriormente, las escamas se recolectaron en frascos estériles, y se trasladaron al laboratorio de microbiología veterinaria de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Todas las muestras fueron transportadas a 4 °C.

Aislamiento de *Erysipelothrix rhusiopathiae*

Se pesaron 10 gramos de escamas de cada especie de pescado, que fueron depositados en un tubo con tapón de rosca, el cual contenía previamente 10 mL de caldo de soya tripticaseína estéril. El tubo se agitó en un vórtex durante un minuto. Un mililitro de esa suspensión se depositó en un tubo Eppendorf, el cual se centrifugó a 1500 g por 10 minutos. El sobrenadante se desechó, y el botón resultante se utilizó para inocular una placa del medio de *packer* modificado, y una placa de gelosa sangre (9). Las placas se incubaron a 37 °C por 24-48 h; pasado este tiempo, se buscaron colonias redondas de 0,5 a 1 mm de diámetro de color violeta o translúcidas, y de bordes enteros, en el medio del *packer* modificado. De tal forma, en la gelosa sangre, se localizaron colonias alfa hemolíticas, de 1-2 mm de diámetro, redondas, convexas, compatibles con *Erysipelothrix* sp. A estas colonias se les realizó además una tinción de Gram, catalasa y oxidasa, y posteriormente se identificaron mediante el sistema API Coryne (Bio-merieux, España) (1, 10).

Obtención de DNA a partir de las escamas

Otra alícuota de 1 mL de la suspensión de escamas se centrifugó a 1500 g por 10 minutos, y al botón celular se le realizó la extracción del DNA mediante el kit QIAamp™ genomic DNA (Quiagen Diagnostics, Germany), de acuerdo con las instrucciones del proveedor (QIAamp DNA Micro Handbook 12/2014).

Ensayo de PCR múltiple

Para la identificación del género *Erysipelothrix*, se amplificó una región altamente conservada del gen rRNA 16S, como lo describió Yamazaki (11). En tanto, para la determinación de la especie *E. rhusiopathiae*, se amplificó un fragmento de la región aminoterminal del gen *spa A* (12). La secuencia de iniciadores utilizados se observa en la tabla 1.

La mezcla de la reacción se realizó en un volumen final de 25 µL, de acuerdo con el siguiente protocolo: 12,5 µL de Taq PCR Master Mix kit (Qiagen), 1 µL de los iniciadores MO101 y ERS-1R (0,1 µM); 1 µL de los iniciadores Erko-1F y Erko-2R (25 pmol/µL), y 8,5 µL de agua. Las condiciones de reacción fueron las siguientes: desnaturalización inicial a 94 °C por 5 mins, seguida de 35 ciclos de desnaturalización a 94 °C por 1 min, alineamiento a 56 °C por 40 seg, y una extensión a 72 °C por 90 seg. Terminados los ciclos, se dio una extensión final a 72 °C por 5 min. Los productos de amplificación se evidenciaron mediante corrimiento electroforético en un gel de agarosa al 2 %, y se procedió con el revelado mediante bromuro de etidio

al 1 %. Como controles negativos, se utilizó el DNA de un aislado de *Enterococcus faecalis*, bajo las mismas condiciones de reacción.

Análisis genómico

Los productos amplificados del gen rRNA 16S de 719 pb y del gen *spa A* de 432 pb fueron purificados por columnas de afinidad (Quiagen), y fueron secuenciados en un equipo ABI Prism 310 Genetic Analyzer (PE Biosystems, USA), utilizando el kit de secuenciación BigDye (PE Biosystems, USA), en el Instituto de Oftalmología Conde de Valencia, en la Ciudad de México, México.

Finalmente, las secuencias obtenidas fueron analizadas en el programa Bioedit versión 7.2, y se compararon con secuencias reportadas previamente según el Genbank de The National Center for Biotechnology Information (NCBI). El árbol filogenético se diseñó mediante el programa Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA Software versión 11.0), mediante el modelo de máxima parsimonia.

RESULTADOS

De las 390 muestras de escamas analizadas, en 60 (15,3 %) se logró el aislamiento e identificación de ER. Otros microorganismos como *Enterococcus* sp. se lograron aislar en estas muestras, las cuales fueron utilizadas como control negativo para el análisis de biología molecular. En la tabla 2 se muestra la especie de peces marinos y de agua dulce en los cuales se logró aislar a ER.

Tabla 1. Iniciadores utilizados para el diseño de la PCR múltiple

Gen	Iniciador	Secuencia del iniciador (5' - 3')	Tamaño del amplicón	Referencia
rRNA 16S	MO101	AGATGCCCATAGAACTGGTA	719 pb	11
	ERS-1R	CTGATCCGCGATTACTAGCGATTCCG		
spa A	Erko-1F	GTGAAACACCGTATTTAGTA	432 pb	12
	Erko-2R	TTCAAGAAGTTCCTGTAGTTT		

Fuente: elaboración propia

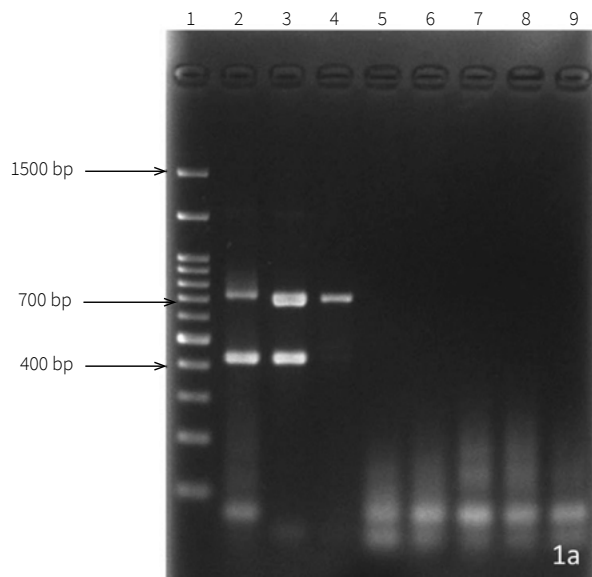
Tabla 2. Lugar de origen de las escamas de peces utilizadas en este estudio

Especie	Zona de cría	Numero de muestras	Porcentaje de muestras positivas a cultivo	Porcentaje de muestras positivas a PCR
Huachinango	Veracruz	90	20 (5,1%)	10 (2,5%)
Carpa cabezona	Veracruz	10	0	0
Lisa	Oaxaca	10	0	0
Salmón	Chile	60	0	0
Mojarra	Nayarit	210	40 (10,2%)	29 (7,6%)
Corvina	Campeche	10	0	0
Total		390	60 (15,3%)	39 (10,1%)

Fuente: elaboración propia

En cuanto al análisis molecular, 39/390 (10,1 %) muestras fueron positivas tanto para la amplificación del gen rRNA 16S específico del género, como para el gen *spa A* específico para la especie *E. rhusiopathiae* (figura 1 y tabla 2).

Figura 1. Amplificación de los genes rRNA 16s y *spa A*

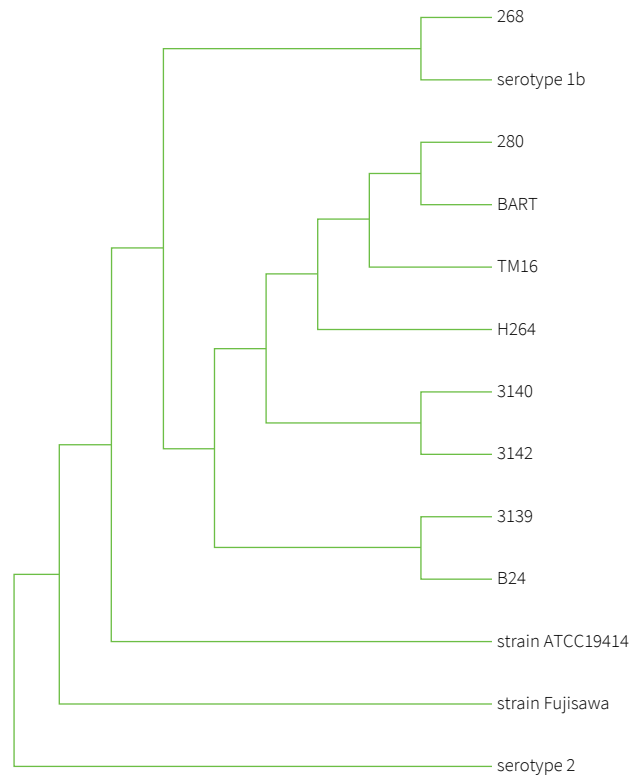


* Carril 1: marcador de talla molecular. Carriles 2-4: muestras positivas a los amplicones de 719 pb y 432 pb. Carriles 5-8: muestras negativas. Carril 9: testigo de *Enterococcus* sp.

Fuente: elaboración propia

En cuanto al análisis genómico (figura 2) para el desarrollo del árbol filogenético, se compararon ocho

Figura 2. Modelo de máxima parsimonia obtenido mediante el programa MEGA 11



* Cepas tipo acceso al GenBank: strain ATCC19414 NR_040837.1, serotipo 2 AB259654.1, serotipo 1b AB259653, y cepa Fujisawa, serotipo 1a AB259652. Cepas aisladas de cerdo: 268, 280, BART, H264, 3140, 3142, 3139, B24. Cepa aislada de mojarra: TM16.

Fuente: elaboración propia

secuencias ER obtenidas de una granja porcina que había tenido problemas de endocarditis (9), con una secuencia de los peces analizada en este estudio, y con cuatro secuencias reportadas en el Genbank de NCBI. Los resultados obtenidos por modelo de máxima parsimonia indican tres clados bien definidos: uno en el cual se agrupan las secuencias reportadas por Genbank de NCBI (ATCC 19414 NR_040837.1, serotipo 2 AB259654.1, y cepa Fujisawa serotipo 1a AB259652); un segundo grupo, en el que se encuentran las cepas de cerdo y la cepa de mojarra, y el tercer clado, en el cual se agrupan una cepa de cerdo y el serotipo b que había sido reportado por el Genbank.

DISCUSIÓN

E. rhusiopathiae causa infecciones en diferentes especies animales (4, 6, 13, 14, 15, 16). En tanto, los cerdos domésticos son considerados el principal reservorio de esta bacteria, ya que se ha estimado que del 30 al 50 % de los cerdos sanos albergan el organismo en sus amígdalas y en otros tejidos linfoides (13, 17). Sin embargo, existen pocos reportes de infección en los manejadores de carne porcina (1, 2).

A pesar de lo anterior, desde 1953, Hillenbrand F. informó de lesiones erisipeloides en las manos de los hombres que se dedicaban a la caza de ballenas y focas en las regiones de la Antártida, en la Isla de Malvinas y al sur de Georgia (18). Lo anterior sugiere que los manejadores de peces tienen mayor riesgo de adquirir la infección con ER, debido a las abrasiones en la piel que se producen por las espinas o las aletas de pescado durante el manejo de estos (18, 19, 20). En este estudio se aisló y se identificó a ER en el 15 % de las muestras de escamas. Por consiguiente, es plausible afirmar que las escamas de los peces podrían ser una importante fuente de infección para el hombre.

Las manifestaciones clínicas observadas en humanos se asemejan mucho a las observadas en cerdos (5, 7, 8, 13). Hay tres categorías clínicas de enfermedad humana: una forma cutánea localizada, erisipeloide; una forma

cutánea generalizada, y una forma septicémica que a menudo se asocia con endocarditis (21). La más común es la erisipeloide (lesión de Rosenbach), pero la más peligrosa y fatal es la septicémica, ya que regularmente está asociada a una endocarditis (5, 7, 8, 21, 22, 23, 24). De los 49 casos estudiados por Gorby y Peacock en 1988 de pacientes con infección por ER, el 90 % mostró endocarditis; de ellos, el 40 % mostró lesiones erisipeloides, y el 38 % falleció (23). En los últimos años, se ha seguido informando de casos de infección por esta bacteria, y cerca del 36 % de personas que mostraron lesiones tipo erisipeloides, han informado de la manipulación de animales o mariscos (24). Debido a lo anterior, es necesario realizar un estudio descriptivo que recopile datos mediante un cuestionario previamente diseñado, para que recoja información sobre si estos manejadores de peces han tenido lesiones de tipo erisipeloides, que sugieran la infección con este patógeno.

Se sabe que ER coloniza la capa mucosa de los peces, y se pensaba que aparentemente era un comensal, hasta que apareció el reporte de Chong y cols., en 2014, quienes evidenciaron la infección hepática y renal con ER en anguilas de aleta corta (*Anguilla australis*, Steindachner), obtenidas del lago Burrumbeet, Ballarat, Victoria, en Australia (3). Lo anterior sugiere el riesgo potencial que pueden tener los manipuladores de pescado para adquirir fácilmente la infección con ER. En este estudio, el mayor aislamiento de ER ocurrió en las escamas de mojarra y de huachinango.

Cabe señalar que la mojarra es una de las especies más representativas en México, por la cantidad de ingresos que genera, y que el huachinango es una de las especies que está en riesgo por su sobreexplotación (25). Asimismo, el cultivo de mojarra en México es de tipo semintensivo y extensivo, los cuales se llevan a cabo en estanques ubicados en diferentes zonas que incluyen tanto fuentes de agua dulce como fuentes de agua salobre (26). En ocasiones, esta también se cultiva en jaulas flotantes dentro de ríos y jagüeyes. En cuanto al cultivo de huachinango, este se realiza en bahías, empleando jaulas semisumergidas (27). Por su parte, las infecciones bacterianas más comúnmente asociadas a

pérdidas graves en el cultivo de peces, son *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Vibrio*, *Flexibacteria*, *Cytophaga*, *Mycobacterium* y *Nocardia* (20). Actualmente, no existen reportes en la literatura piscícola sobre la presencia de ER como causante de enfermedad en estos peces (28).

Las zoonosis causadas por bacterias de peces, han recibido una atención cada vez mayor, gracias a la identificación de nuevos patógenos bacterianos mediante las técnicas de amplificación de ácidos nucleicos, y a los nuevos métodos de secuenciación (4, 14, 20). Aunque la identificación clásica de infección por *E. rhusiopathiae* se da mediante el empleo de medios de cultivo artificiales (9), como se demostró en este estudio, el uso de técnicas de biología molecular ha mejorado la sensibilidad y especificidad para detectar microorganismos de difícil crecimiento en un tiempo corto (20). En este estudio, menos del 15 % de las muestras que resultaron positivas en medios artificiales, fueron identificadas por la PCR múltiple. Lo anterior pudo obedecer a la presencia de inhibidores presentes en las muestras, como lo son las altas concentraciones de sal, las cuales podrían haber tenido las escamas de peces marinos, o alguna sustancia que inhibiera la amplificación en las escamas de peces de agua dulce; sin embargo, más investigaciones son necesarias al respecto.

En cuanto a la identificación del género *Erysipelothrix*, esta se realizó con los iniciadores diseñado por Yamasaki y cols. (11). Estos iniciadores amplifican una región conservada del gen rRNA 16S que puede amplificar a todas las especies de este género. Mientras tanto, el gen *spa A* es el genotipo de un antígeno protector de superficie de 64 kDa, que reconoce a la mayoría de los serotipos de ER (12). Actualmente, se considera a los genes *spa A* y *spa B* específicos para ER, mientras que el gen *spa C* se estima para *Erysipelothrix* sp. serotipo 2 (29). Sin embargo, recientemente se describió de cepas de *Erysipelothrix* sp. que infectan peces de ornato, que son variantes del gen *spa C* y que podrían dirigir a una nueva especie correspondiente a este género, denominando a esta especie *Erysipelothrix piscisicarius* (4, 29). En esta investigación, se corroboró que la secuencia

de nucleótidos del fragmento de 432 pb es de *E. rhusiopathiae*, como lo demostró el árbol filogenético. A pesar de lo anterior, una limitante de este estudio fue el hecho de no haber realizado la amplificación de los genes *spa B* y *spa C* para saber si, en esas cepas, son nuevas variantes específicas de peces. A pesar de lo anterior, el análisis filogenético realizado en este estudio corroboró que el gen *spa A* es homogéneo en la mayoría de los aislamientos de animales terrestres y peces.

En conclusión, las cepas de ER son los más frecuentemente aisladas en mojarra y huachinangos provenientes de los estados de Veracruz y Nayarit. Por consiguiente, pueden representar un riesgo zoonosario para los pescadores, pescaderos y amas de casa, quienes manejan estos peces comestibles.

REFERENCIAS

1. Fidalgo SG, Wang Q, Riley TV. Comparison of methods for detection of *Erysipelothrix* spp. and their distribution in some Australasian seafoods. *Appl Environ Microbiol.* 2000;66(5): 2066-2070. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/AEM.66.5.2066-2070.2000>
2. Opriessnig T, Shen HG, Bender JS, Boehm JR, Halbur PG. *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates recovered from fish, a harbour seal (*Phoca vitulina*) and the marine environment are capable of inducing characteristic cutaneous lesions in pigs. *J Comp Pathol.* 2013;148(4): 365-372. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2012.08.004>
3. Chong RS, Shinwari MW, Amigh MJ, Aravena-Roman M, Riley TV. First report of *Erysipelothrix rhusiopathiae*-associated septicemia and histologic changes in cultured Australian eels, *Anguilla reinhardtii* (Steindachner, 1867) and *A. australis* (Richardson, 1841). *J Fish Dis.* 2015;38(9): 839-847. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfd.12293>
4. Chang E, Camus A, Pomaranski E, Yazdi Z, Soto E. Pathogenesis of *Erysipelothrix piscisicarius* infection in tiger barbs (*Puntigrus tetrazona*). *J Fish Dis.* 2021;44(11): 1681-1688. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfd.13485>

5. Vázquez L, De los Santos C, Cichero M, Frantchez V, Batista N, Palacio R, et al. Endocarditis infecciosa por *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Rev Med Chile. 2015;143(12): 1598-1600. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015001200014>
6. Groeschel M, Forde T, Turvey S, Joffe AM, Hui C, Naidu P, et al. An unusual case of *Erysipelothrix rhusiopathiae* prosthetic joint infection from the Canadian Arctic: whole genome sequencing unable to identify a zoonotic source. BMC Infect Dis. 2019;19(1): 282. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3913-7>
7. Choy Marrero A, Guerra Martínez M, Merás Jáuregui RM. Endocarditis por *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Medic Elect. 2020;24(4): 865-875. Disponible en: <http://www.medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/3107/2647>
8. Nielsen JJ, Blomberg B, Gaïni S, Lundemoen S. Aortic valve endocarditis with *Erysipelothrix rhusiopathiae*: A rare zoonosis. Infect Dis Rep. 2018;10(3): 7770. Disponible en: <https://doi.org/10.4081/idr.2018.7770>
9. Haro-Cruz MJ, González-Ruiz Velasco V, Guerra-Infante FM. Manual para la identificación de microorganismos de interés veterinario. México: Trillas; 2012.
10. Soto A, Zapardiel J, Soriano F. Evaluation of API Coryne system for identifying coryneform bacteria. J Clin Pathol. 1994;47(8): 756-759. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/jcp.47.8.756>
11. Yamazaki Y. A multiplex polymerase chain reaction for discriminating *Erysipelothrix rhusiopathiae* from *Erysipelothrix tonsillarum*. J Vet Diagn Invest. 2006;18(4): 384-387. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/104063870601800411>
12. Nagai S, To H, Kanda A. Differentiation of *Erysipelothrix rhusiopathiae* strains by nucleotide sequence analysis of a hypervariable region in the *spaA* gene: Discrimination of a live vaccine strain from field isolates. J Vet Diagn Invest. 2008;20(3): 336-342. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/104063870802000313>
13. De Haro-Cruz MJ, Gutiérrez-Paredes S, Zavala-Escobar C, Guerra-Infante FM, Campos-Morales E. Aislamiento de *Erysipelothrix rhusiopathiae* asociado a endocarditis en cerdos de Guadalajara, Jalisco. Rev Mex Cienc Pecu. 2017;8(3): 313-316. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4511>
14. Ceccolini ME, Wessels M, Macgregor SK, Deaville R, Perkins M, Jepson PD, et al. Systemic *Erysipelothrix rhusiopathiae* in seven free-ranging delphinids stranded in England and Wales. Dis Aquat Organ. 2021;145: 173-184. Disponible en: <https://doi.org/10.3354/dao03609>
15. Mavrot F, Orsel K, Hutchins W, Adams LG, Beckmen K, Blake JE, et al. Novel insights into serodiagnosis and epidemiology of *Erysipelothrix rhusiopathiae*, a newly recognized pathogen in muskoxen (*Ovibos moschatus*). PLOS ONE. 2020;15(10): e0240760. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231724>
16. Silva AP, Cooper G, Blakey J, Jerry C, Shivaprasad HL, Stoute S. Retrospective summary of *Erysipelothrix rhusiopathiae* diagnosed in avian species in California (2000-19). Avian Dis. 2000;64(4): 499-506. Disponible en: <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-D20-00038>
17. Stephenson EH, Berman DT. Isolation of *Erysipelothrix rhusiopathiae* from tonsils of apparently normal swine by two methods. Am J Vet Res. 1978;39(1): 187-188. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/629445>
18. Hillenbrand F. Whale finger and seal finger; their relation to *Erysipeloid*. Lancet. 1953;1(6762): 680-681. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(53\)91807-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(53)91807-8)
19. Asimaki E, Nolte O, Overesch G, Strahm C. A dangerous hobby? *Erysipelothrix rhusiopathiae* bacteremia most probably acquired from freshwater aquarium fish handling. Infection. 2017;45(4): 557-562. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s15010-016-0966-z>
20. Gauthier DT. Bacterial zoonoses of fishes: A review and appraisal of evidence for linkages between fish and human infections. Vet J. 2015;203(1): 27-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.10.028>
21. Wang Q, Chang BJ, Riley TV. *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Vet Microbiol. 2010;140(3-4): 405-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.08.012>
22. Tan YA, Ng KC, Cheo SW, Low QJ, Chia YK. *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis presenting with stroke. QJM. 2020;113(7): 485-487. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcaa025>

23. Gorby GL, Peacock JE. *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis: microbiologic, epidemiologic, and clinical features of an occupational disease. *Rev Infect Dis.* 1988;10(2): 317-325. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/clinids/10.2.317>
24. Wang T, Khan D, Mobarakai N. *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis. *IDCases.* 2020;22: e00958. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2020.e00958>
25. Arreguín-Sánchez F, Arcos-Huitrón E. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica.* 2011;21(3): 431-462. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300015
26. Instituto Nacional de Pesca. Acuicultura–Mojarra castarrica. México: Gobierno de México; 2018. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-mojarra-castarrica>
27. Instituto Nacional de Pesca. Acuicultura–Guachinango del Pacífico. México: Gobierno de México; 2018. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-huachinango-del-pacifico>
28. FAO. Manual básico de sanidad piscícola. Paraguay: FAO–Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2011. <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
29. Pomaranski EK, Reichley SR, Yanong R, Shelley J, Poudler DB, Wolf JC, et al. Characterization of *spaC*-type *Erysipelothrix* sp. isolates causing systemic disease in ornamental fish. *J Fish Dis.* 2018;41(1): 49-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfd.12673>