

Primer reporte de *Chryseobacterium indologenes* en costas salvadoreñas^{1,2}

*First report of *Chryseobacterium indologenes* on salvadorean coasts*

Gabriela Sofía Montes Cardona

Licenciada en Biología por la Universidad de El Salvador
Investigadora independiente
gaby.234sofia@gmail.com

Vivian Leticia Mátal Gómez

Licenciada en Biología por la Universidad de El Salvador
Investigadora independiente
vivi_leticia094@hotmail.com

Johanna Vanessa Segovia de González

Licenciada en Biología por la Universidad de El Salvador
Máster en Biología con énfasis en Ecología por la Universidad de Costa Rica
Investigadora asociada del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG)
e.vsegovia@ufg.edu.sv
<https://orcid.org/0000-0001-8548-3790>

Fecha de recepción: 31 de enero de 2020

Fecha de aprobación: 14 de julio de 2020

DOI:



1 Agradecimientos: a Zoila Virginia Guerrero Mendoza, Amy Elieth Morán y Rodolfo Fernando Menjívar, quienes con sus conocimientos enriquecieron nuestra investigación e hicieron correcciones para que el proyecto fuera un éxito.

2 Artículo producto de trabajo de graduación de pregrado, de la licenciatura en Biología por la Universidad de El Salvador.

RESUMEN

Se informa el primer registro de *Chryseobacterium indologenes* en el agua circundante de la zona arrecifal del Área Natural Protegida (ANP) Complejo Los Cóbano. La identificación se llevó a cabo mediante ensayo API 20 NE y con el empleo del software de identificación bacteriana APIWEB (bioMérieux).

Palabras clave: *Chryseobacterium indologenes*, API 20 NE, Complejo Los Cóbano, El Salvador.

ABSTRACT

The first record of Chryseobacterium indologenes in the surrounding water of the reef zone of the Los Cóbano Complex, Natural Protected Area (NPA) is reported. Identification was carried out using the API 20 NE assay and using the APIWEB bacterial identification software (bioMérieux).

Keywords: *Chryseobacterium indologenes*, API 20 NE, Complejo Los Cóbano, El Salvador.

Introducción

El género *Chryseobacterium*, perteneciente a la familia Flavobacteriaceae, fue propuesto para acomodar seis especies bacterianas previamente incluidas en el género *Flavobacterium*: *F. balustinum*, *F. gleum*, *F. indologenes*, *F. indoltheticum*, *F. meningosepticum* y *F. scophthalmum* (Vandamme, 1994). Las especies de *Chryseobacterium* son bacilos gram negativos aerobios, oxidasa positiva y no fermentadoras de glucosa (Zamora *et al.*, 2012).

Los miembros de este género están distribuidos en varios entornos, incluido suelos (Benmalek *et al.*, 2010; Yamaguchi y Yokoe, 2000), plantas (Cho *et al.*, 2010), agua dulce (Kim *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2008), sedimento de lagos (Kim *et al.*, 2005), aguas residuales (Yoon *et al.*, 2007) y fuentes de alimentos como la leche (Hantsis-Zacharov *et al.*, 2008; Hugo *et al.*, 2003), pollo (De Beer *et al.*, 2005) y peces procedentes de granjas (Bernardet *et al.*, 2005) y mares como la trucha arcoíris (Zamora *et al.*, 2012).

Únicamente tres de las especies (*C. indologenes*, *C. gleum* y recientemente *C. hominis*) han sido aisladas en muestras clínicas de infecciones, sobre todo asociadas al ámbito hospitalario. Su aislamiento no es frecuente, pero en los últimos años ha emergido como un nuevo patógeno oportunista. *Chryseobacterium indologenes* es la especie clínicamente más importante del género, ya que puede causar problemas en los seres humanos causando bacteriemia con múltiples manifestaciones clínicas, neumonía, peritonitis, infecciones de heridas quirúrgicas (Chou *et al.*, 2011). Es un patógeno que infecta a recién nacidos (Smith *et al.*, 2012), y a pacientes inmunocomprometidos (Reynaud *et al.* 2007).

Sin embargo, el potencial epidemiológico de este organismo, así como las fuentes de infecciones, aún no están claras (Lin *et al.*, 2010). Además, la elección de agentes antimicrobianos efectivos contra las infecciones por *C. indologenes* es difícil, debido al grado de resistencia a los antibióticos (Chou *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2012).

El conocimiento de su distribución en el medio marino es escaso y solo algunos estudios han documentado la presencia de *C. indologenes*, principalmente en camarones (Matyar *et al.*, 2008; Uyaguar *et al.*, 2009), peces como la perca amarilla (Pridgeon *et al.*, 2013), fauna invertebrada marina y en agua de mar (Maravic *et al.*, 2013).

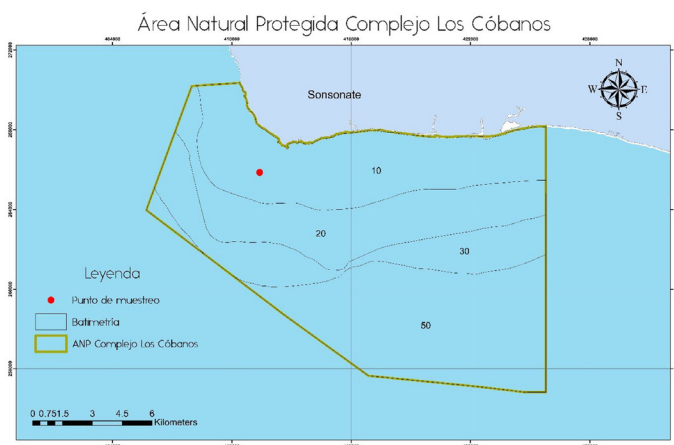
Método

Los muestreos se llevaron a cabo en la zona arrecifal del ANP Complejo Los Cóbano, que está rodeado de playas, ríos, manglares, esteros, campos agrícolas y estanques de cultivos (Bonilla y Barraza, 2003). Este ecosistema se encuentra entre la sección del río Grande de Sonsonate o Sensunapán

y el río Ayacachapa o Banderas-Ceniza (Escamilla, 1986), y está localizado entre las coordenadas geográficas $13^{\circ} 31'25.4''\text{N}$ $89^{\circ} 48'24.3''\text{O}$. Delimitado por la franja costera de El Zope y los manglares de Barra Salada (Segovia y Navarrete, 2007).

La zona arrecifal del ANP Complejo Los Cóbano se define como la sección del arrecife somero de Los Cóbano, que se encuentra estructurada por comunidades coralinas de *Porites lobata* que crecen en una matriz muerta de *Pocillopora* spp. y en algunos puntos sobre roca basáltica que se distribuyen hasta 13 m de profundidad, en la franja paralela desde Acajutla hasta Punta Remedios (Segovia, 2017).

El trabajo se desarrolló de febrero a abril (época seca) del 2018, realizando un muestreo por mes. En este período se producen las mayores temperaturas, los frentes fríos son casi nulos, el movimiento vertical del viento es débil y el horizontal es moderado (García *et al.*, 2004). Las muestras de agua se colectaron frente a la playa Salinitas a 200 m, 400 m y 600 m referente a la línea de la costa; cuyas coordenadas geográficas son $13^{\circ}30'11.7''\text{N}$ y $89^{\circ}49'21''\text{O}$ (mapa 1).



Mapa 1. Ubicación geográfica de Salinitas del ANP Complejo Los Cóbano.

Fuente: elaboración propia.

Salinitas posee un sustrato rocoso relativamente plano, con depresiones cóncavas o cavidades extendidas más o menos profundas de material volcánico tanto emergido como sumergido, formando una plataforma agrietada de roca blanda inestable, que presenta las mayores coberturas de coral *Porites lobata*, además de un sustrato formado por *Pocillopora* spp. que se encuentra cubierto por algas (Segovia y Navarrete, 2007).

Las muestras fueron tomadas en pleamar debido a que en marea baja se da un mayor arrastre de los sedimentos de la costa (Lee *et al.*, 2017). Se colectaron con ayuda de una botella Kemmerer SS

de 1.2 L y se transfirieron a dos frascos estériles de 250 ml; este proceso se repitió en todos los puntos de muestreo. Las muestras fueron almacenadas en una hielera a 4°C y transportadas hasta el Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico de Alimentos, Medicamentos y Agua, del Centro de Investigación en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, para sus respectivos análisis microbiológicos. Las muestras fueron procesadas en menos de cuatro horas.

La metodología utilizada en esta investigación estaba dirigida a determinar la concentración de bacterias heterótrofas y *Vibrio spp.*, por lo que para el aislamiento de las bacterias se utilizó el método de dispersión en placa en el medio TCBS (agar tiosulfato citrato bilis sacarosa) y agar marino. Sin embargo, se encontraron unas colonias que presentaron un crecimiento en TCBS no característico de *Vibrio spp.* por lo que se aislaron en el medio no inhibitorio: agar tripticasa de soya (TSA) al 3 % y 8 % de NaCl (Food and Drug Administration -FDA-, 1998). Las placas de TSA se incubaron a 35 °C por 18-24 horas; transcurrido el tiempo de incubación se observó si hubo crecimiento bacteriano.

A las muestras con crecimiento positivo en TSA al 3 % y 8 % de NaCl, se les realizó la tinción de Gram, la prueba de oxidasa y se empleó el sistema API 20 NE para una identificación más exacta, siguiendo las instrucciones del fabricante. La incubación de las pruebas se realizó durante 24 horas a 37 °C. Luego de la lectura de las reacciones producidas, espontáneas o reveladas mediante la adición de reactivos, se llevó a cabo el registro manual de los datos para su posterior incorporación al software APIWEB (bioMérieux). Los resultados obtenidos fueron informados de acuerdo a los criterios establecidos por el fabricante, considerando un resultado como válido cuando el porcentaje de identificación fue de al menos 90 %. Los resultados de identificación se clasificaron en las siguientes categorías de calidad: excelente (E), muy buena (MB), muy buena ID de género (MBG), buena (B), buena ID de género (BG), aceptable (A), baja discriminación (BD), dudosa (D) e inaceptable (I).

Resultados y discusión

De los seis aislamientos para la identificación con el método API 20 NE, una prueba presentó un perfil de buena identificación, con un porcentaje de homología del 98.2 %; y otro un perfil dudoso con un porcentaje de homología del 64.4 % para la especie *Chryseobacterium indologenes*, siendo este el primer registro de esta bacteria para El Salvador en un ecosistema marino. Sin embargo, para tener una identificación más exacta se recomienda utilizar técnicas moleculares en estudios posteriores; es importante destacar que en la investigación que engloba la identificación de *C. indologenes*, esta solo se encontró en febrero a 400 m de la costa.

La mayoría de las especies de este género pueden ser cultivadas en una variedad de medios (Bernardet y Bruun, 2006). Muchos de los medios contienen extracto de levadura y proteínas (caseína y peptona) hidrolizadas o digeridas, con azúcares para algunas especies y sales para especies marinas. La utilización de macromoléculas tales como polisacáridos y proteínas es una característica común de miembros de

la familia *Flavobacteriaceae* a la que pertenece *C. indologenes* (McBride *et al.*, 2009). La fórmula de reactivos del agar TCBS se puede considerar como un medio donde *Chryseobacterium spp.* puede ser capaz de desarrollarse aunque no sea el más apropiado; el crecimiento de esta bacteria ya se ha reportado en agar TCBS en muestras de agua y moluscos, y ha sido identificado por medio de pruebas API 20 NE (Crocchi *et al.*, 2001).

Chryseobacterium spp. típicamente presenta colonias con pigmentaciones que van de amarillas a anaranjadas, debido a la presencia del pigmento Flexirrubina (Bernardet y Bruun, 2006). Este pigmento es amarillo en pH neutros, pero experimenta un cambio reversible a rojo, bajo condiciones alcalinas con pH mayores a siete (McBride *et al.*, 2009); estas colonias exhiben un cambio de color inmediato de amarillo o naranja a rojo, púrpura o marrón cuando una base fuerte es agregada (Reichenbach, 1989). El agar TCBS es un medio con un pH alcalino (8.6 aproximadamente), esta puede ser la razón por la que se observó el crecimiento de colonias de *Chryseobacterium spp.* con una pigmentación naranja-rojiza.

El uso del suelo cerca del sistema arrecifal del ANP Complejo Los Cóbano corresponde a cultivos de caña de azúcar y granos básicos (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología -ICMARES-, 2006). La cuenca del río Las Marías abarca toda la zona estudio la cual está impactada por las actividades de las comunidades humanas cercanas, así como también por la agricultura, ganadería y acuicultura (ICMARES, 2008); la descarga de este afluente podría estar acumulando componentes de los herbicidas, fungicidas y fertilizantes que se utilizan, y así crear las condiciones para la presencia de esta bacteria. Esto podría influir en la aparición de esta bacteria ya que *C. indologenes* ha sido identificada como una bacteria capaz de degradar anilina (Radianingty *et al.*, 2003), una amina aromática que se utiliza en herbicidas y fungicidas (García y Quinto, 2001).

Guiu *et al.* (2014), constataron que *Chryseobacterium spp.* también debe ser considerado como un nuevo patógeno oportunista emergente en pacientes con fibrosis quística, siendo este el primer estudio realizado en España sobre el análisis microbiológico e implicación clínica a nivel pulmonar de este microorganismo, en este grupo de pacientes: se observó un aumento del número de aislamientos de *Chryseobacterium spp.* en muestras respiratorias en los últimos años. En 2011 se aislaron nueve muestras de secreciones respiratorias y seis de esas se identificaron como *C. indologenes*, donde cinco de los nueve pacientes sufrieron exacerbaciones pulmonares con deterioro respiratorio y requirieron de tratamiento antimicrobiano.

C. indologenes ha sido reportada como agente de infecciones para el ser humano, por ejemplo celulitis con bacteriemia secundaria en un paciente en Estados Unidos; este es el primer registro de esta bacteria como patógeno del ser humano fuera de Asia (Green y Nolan, 2001), donde ya se han reportado varios casos de bacteriemia por esta bacteria (Hsueh *et al.*, 1996); y queratitis, una infección en la córnea del ojo, la cual se complicó debido a que *C. indologenes* fue resistente a 13 antibióticos (Lu y Chan, 1997).

Chen *et al.*, (2012), aislaron e identificaron *C. indologenes* de muestras clínicas de sangre, esputo, catéter venoso central, cultivos de heridas y orina; demostraron la creciente prevalencia y relación entre la infección por *C. indologenes* y dos tipos de antibióticos de amplio espectro en el tratamiento clínico, resultando con una tasa de mortalidad alta la bacteriemia por *C. indologenes* que la neumonía.

Un proyecto que incluye secuencias de ADN de muestras de agua de mar recuperadas de una variedad de ambientes marinos, identificaron a *C. indologenes* y sugieren que los ambientes bajo alta presión selectiva de antibióticos, ya sea como consecuencia de su producción natural o debido al impacto humano, deben considerarse para monitorear la aparición de genes resistentes a antibióticos que han estado comprometiendo el tratamiento de enfermedades infecciosas (Fonseca *et al.*, 2018).

Pridgeon *et al.*, 2013, identificaron *C. indologenes* para *Perca flavescens* un pez de agua dulce; varias especies de *Chryseobacterium* han sido reportadas como patógenas de organismos acuáticos como el caso de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) en Chile, a los cuales le atribuyen a este género el brote de mortalidad en las granjas acuícolas, aunque se están realizando más estudios moleculares para conocer las especies y determinar el riesgo real para el cultivo de salmónidos (Ilardi y Avendaño-Herrera, 2008). De igual manera Bernardet y Bruun (2006), demostraron que varias cepas de *Chryseobacterium* están ampliamente distribuidas en estanques de peces y pueden ser un patógeno emergente.

Maravić *et al.*, (2013), identificaron *C. indologenes* en muestras de agua de mar, lapas, erizos de mar y mejillones, proporcionando así evidencia de su amplia distribución en el medio marino, y cómo este indica un riesgo potencial de transmisión hacia las personas a través de consumo de mariscos y la recreación. Igualmente demostraron que los aislamientos ambientales de *C. indologenes* tenían un perfil de resistencia a los antibióticos similar a las cepas clínicamente aisladas.

En conclusión, por primera vez se informa el aislamiento e identificación de *C. indologenes* en la zona arrecifal del ANP complejo Los Cóbanos, perteneciente al Filo Bacteroidetes, Familia *Flavobacteriaceae*, a la cual se deben hacer estudios posteriores para confirmar la especie con técnicas moleculares, y monitorear sus concentraciones para profundizar su ecología en las zonas costeras, su influencia en la salud humana y el ecosistema.

Referencias bibliográficas

Benmalek, Y., Cayol, J.L., Bouanane, N.A., Hacene, H., Fauque, G. y Fardeau, M.L. (2010) *Chryseobacterium solincola* sp. nov., isolated from soil. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 60, 1876–1880.

Bernardet, J.F., Vancanneyt, M., Matte-Tailliez, O., Grisez, L., Tailliez, P., Bizet, C., Nowakowski, M., Kerouault, B. y Swings, J. (2005) Polyphasic study of *Chryseobacterium* strains isolated from diseased aquatic animals. *Systematic and applied microbiology*, 28(7), 640–660.

Bernardet, J. y Bruun, H. (2006) The genera *Chryseobacterium* and *Elizabethkingia*. En Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.H. y Stackebrandt, E. (Eds.) *The prokaryotes* (pp. 638–676). Nueva York: Springer-Verlag.

Bonilla, H. y Barraza, E. (2003) Coral and associated mare communities from El Salvador. En Jorge Cortés (Ed.) *Latin American coral reefs* (pp. 351–360). Londres: Elsevier Science.

Chen, F.L., Wang, G.C., Teng, S.O., Ou, T.Y., Yu, F.L. y Lee, W.S. (2013) Clinical and epidemiological features of *Chryseobacterium indologenes* infections: analysis of 215 cases. *Journal of microbiology, immunology and infection*, 46(6), 425–432.

Cho, S., Lee, K.S., Shin, D., Han, J., Park, K.S., Lee, C.H., Park, K.H. y Kim, S.B. (2010) Four new species of *Chryseobacterium* from the rhizosphere of coastal sand dune plants, *Chryseobacterium elymi* sp. nov., *Chryseobacterium hagamense* sp. nov., *Chryseobacterium lathyri* sp. nov. And *Chryseobacterium rhizosphaerae* sp.. *Systematic and applied microbiology*, 33, 122–127.

Chou, D.W., Wu, S.L., Lee, C.T., Tai, F.T. y Yu, W.L. (2011) Clinical characteristics, antimicrobial susceptibilities, and outcomes of patients with *Chryseobacterium indologenes* bacteremia in an intensive care unit. *Japanese journal of infectious diseases*, 64, 520–524.

Croci, L., Serratore, P., Cozzi, L., Stacchini, A., Milandri, S., Suffredini, E. y Toti, L. (2001) Detection of Vibrionaceae in mussels and in their seawater growing area. *Letters in applied microbiology*, 32, 57–61.

De Beer, H., Hugo, C.J., Jooste, P.J., Willems, A., Vancanneyt, M., Coenye, T. y Vandamme, P.A. (2005) *Chryseobacterium vrystaatense* sp. nov., isolated from raw chicken in a chicken-processing plant. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 55, 2149–2153.

Escamilla, M. (1986). *Geografía de El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones, Ministerio de Cultura y Comunicaciones.

Fonseca, E.L., Andrade, B.G.N. y Vicente, A.C.P. (2018) The resistome of low-impacted marine environments is composed by distant Metallo- β -lactamases homologs. *Frontiers in microbiology*, 9, 1–7.

Food and Drug Administration -FDA- (1998) *Bacteriological analytical manual*. Chapter 9: *Vibrio*. Estados Unidos. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-9-vibrio>

- García, L., Zimmermann, R., Soriano, L., Pérez, C. y Ayala, P. (2004) *Caracterización de condiciones meteorológicas en El Salvador*. Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).
- García, P. y Quinto, J. (2001) *NTP 584: evaluación de la exposición a anilina: control ambiental y biológico*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Green, B.T. y Nolan, P.E. (2001) Cellulitis and bacteraemia due to *Chryseobacterium indologenes* [2]. *Journal of infection*, 42(3), 219–220.
- Guiu, A., Buendía, B., Llorca, L., Gómez-Punter, R.M. y Girón, R. (2014) *Chryseobacterium spp.*, ¿nuevo patógeno oportunista asociado a fibrosis quística? *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 32(8), 497–501.
- Hantsis-Zacharov, E., Senderovich, Y. y Halpern, M. (2008) *Chryseobacterium bovis* sp. nov., isolated from raw cow's milk. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 58, 1024–1028.
- Hugo, C. J., Segers, P., Hoste, B., Vancanneyt, M. y Kersters K. (2003) *Chryseobacterium joostei* sp. nov., isolated from the dairy environment. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 53, 771–777.
- Hsueh, P.R., Hsiue, T.R., Wu, J.J., Teng, L.J., Ho, S.W., Hsieh, W.C. y Luh, K.T. (1996) *Flavobacterium indologenes* bacteremia: clinical and microbiological characteristics. *Clinical infectious diseases*, 23(3), 550–555.
- Ilardi, P. y Avendaño-Herrera, R. (2008) Isolation of *Flavobacterium*-like bacteria from diseased salmonids cultured in Chile. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 28(5), 176–185.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador, ICMARES-UES (2006) *Línea base de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del sistema arrecifal de Los Cóbanos*. Universidad de El Salvador.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador, ICMARES-UES (2008) *Propuesta de "Plan de manejo para el Área Natural Protegida arrecife Los Cóbanos"*. Universidad de El Salvador.
- Kim, K.K., Hee-Sung B., Schumann, P. y Lee, S.T. (2005) *Chryseobacterium daecheongense* sp nov., isolated from freshwater lake sediment. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 55. 133–8.
- Lee, E., Shin, D., Hyun, S., Ko, K., Moon, H., Koh, D., Ha, K y Kim, B. (2017) Periodic change in coastal microbial community structure associated with submarine groundwater discharge and tidal fluctuation. *Limnology and oceanography*, 62(2), 437–451.

Lin, Y., Jeng, Y., Lin, M., Yu, K., Wang, F. y Liu, C. (2010). Clinical and microbiological characteristics of *Chryseobacterium indologenes* bacteremia. *Journal of microbiology, immunology and infection*, 43,498–505.

Lu, P.C. y Chan, J.C. (1997) *Flavobacterium indologenes Keratitis*, 3, 98–100.

Maravić, A., Skočibušić, M., Šamanić, I., y Puizina, J. (2013) Profile and multidrug resistance determinants of *Chryseobacterium indologenes* from seawater and marine fauna. *World journal of microbiology and biotechnology*, 29(3), 515-522.

Matyar, F., Kaya, A. y Dincer, S. (2008) Antibacterial agents and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun Bay, Turkey. *Science of the total environment*, 407, 279–285.

McBride, M., Xie, G., Martens, E., Lapidus, A., Henrissat, B., Rhodes, R., Goltsman, E., Wang, W., Xu, J., Hunnicutt, D., Staroscik, A., Hoover, T., Cheng, Y. y Stein, J. (2009) Novel features of the polysaccharide-digesting gliding bacterium *Flavobacterium johnsoniae* as revealed by genome sequence analysis. *Applied and environmental microbiology*, 75, 6864–6875.

Park, S., Kim, M., Baik, K., Kim, E., Rhee, M. y Seong, C. (2008) *Chryseobacterium aquifrigidense* sp. nov., isolated from a water-cooling system. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 58, 6 07–611.

Pridgeon, J.W., Klesius, P.H. y Garcia, J.C. (2013) Identification and virulence of *Chryseobacterium indologenes* isolated from diseased yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of applied microbiology*, 114(3), 636–643.

Radianingty, H., Robinson, G.K. y Bull, A.T. (2003) Characterization of a soil-derived bacterial consortium degrading 4-chloroaniline. *Microbiology*, 149, 3279–3287.

Reichenbach, H. (1989). Order I, Cytophagales Leadbetter 1974. *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 3, 2011-2013.

Reynaud, I., Chantepedrix, V., Broux, C., Pavese, P., Croize', J., Maurin, M., Stahl, J.P. y Jacquot, C. (2007) A severe form of *Chryseobacterium indologenes* pneumonia in an immunocompetent patient. *Médecine et maladies infectieuses*, 37, 762–764.

Segovia, J. y Navarrete, M. (2007) *Biodiversidad a nivel de ecosistema en parches de corales hermatípicos (Porites lobata, Pocillopora sp.) en la zona intermareal de la playa Los Cóbanos, departamento de Sonsonate, El Salvador* (Tesis de licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.

Segovia, J. (2017) *Impactos de El Niño 2014 – 2016 en las comunidades bénticas de los arrecifes de borde, Los Cóbanos, El Salvador, Centroamérica*. 17º Congreso Latino-Americano de Ciencias do Mar – COLACMAR, Brasil.

Smith, J., Han, R., Mailman, T. y MacDonald, N. (2012) *Chryseobacterium indologenes*: distinguishing pathogen from contaminant in a neonate. *The pediatric infectious disease journal*, 7, 31–35

Uyaguar, M., Key, P., Moore, J., Jackson, K. y Scott, G. (2009) Acute effects of the antibiotic oxytetracycline on the bacterial community of the grass shrimp, *Palaemonetes pugio*. *Environmental toxicology and chemistry*, 28, 2715–2724.

Vandamme, P., Bernardet, J., Segers P., Kersters, K. y Holmes, B. (1994) New perspectives in the classification of the flavobacteria: description of *Chryseobacterium gen. Nov.*, *bergeyella gen. Nov.*, and *empedobacter nom.*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 44(4), 827–831.

Yamaguchi, S. y Yokoe, M. (2000) A novel protein-deamidating enzyme from *Chryseobacterium proteolyticum* sp. nov., a newly isolated bacterium from soil. *Applied and environmental microbiology*, (66), 3337–3343.

Yoon, J., Kang, S. y Oh, T. (2007) *Chryseobacterium daeguense* sp. nov., isolated from wastewater of a textile dye works. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 57, 1355–1359.

Zamora, L., Vela, A.I., Palacio, M.A., Domínguez, L. y Fernández-Garayzabal, J.F. (2012) First isolation and characterization of *Chryseobacterium shigense* from rainbow trout. *BMC veterinary research*, 8, 77–82.