

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-13. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.19>
Artigo Original. Recebido: 13/12/2020. Aceito: 29/03/2021. Publicado: 12/04/2021. Chave: e2020-101.

Identificação bioquímica de bactérias potencialmente patogênicas e zoonóticas em tartarugas pretas (*Chelonia mydas*) do Pacífico mexicano

Biochemical identification of potentially pathogenic and zoonotic bacteria in black turtles (*Chelonia mydas*) from the Mexican Pacific

Eduardo Reséndiz^{1, 2, 3 *} , Helena Fernández-Sanz^{2, 4} 

¹Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Carretera al Sur KM 5.5., Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz B.C.S. México. ²Health assessments in sea turtles from Baja California Sur, La Paz B.C.S. México. ³Asociación Mexicana de Veterinarios de Tortugas A.C., Xalapa 91050, Veracruz, México. ⁴Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO) UABCS, Carretera al Sur KM 5.5., Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz B.C.S. México. Autor Responsável: Eduardo Reséndiz. *Autor para correspondência: Eduardo Reséndiz. E-mail: jresendiz@uabcs.mx, helena.fdezsanz@gmail.com

RESUMO

As tartarugas marítimas naturalmente têm microbiota gastrointestinal, no entanto, o comportamento oportunista e a patogenicidade de algumas bactérias nessas espécies também foram relatadas. Portanto, é importante gerar informações sobre os possíveis riscos para tartarugas e saúde humana. Cinco monitores mensais foram realizados com capturas de *Chelonia Mydas* no complexo lagunar de Ojo de Liebre. Eles eram praticados exames físicos e suas morfometrias foram registradas e sua taxa de condição corporal foi calculada. Zaragatoa orais e cloacais foram realizadas que foram semeadas em McConkey e Mídia TCBS. Agentes bacterianos foram isolados e identificados pelo sistema API®20E. As porcentagens de abundância e prevalência de cada microrganismo foram calculadas. Finalmente, a relação entre o tamanho das tartarugas e a presença dos microrganismos foi determinada. 178 *Chelonia Mydas* foram capturadas, 523 isolados de enterobactérias gramnegativas de sete espécies diferentes foram obtidas. A presença de proteobactérias no *Chelonia Mydas* não estava relacionada à sua classe etária. Dentro dos microrganismos encontrados, *Vibrio Fluvialis* e *Burkholderia Cepacia* são zoonóticos. Esses estudos permitem entender o papel dos microrganismos em doenças de populações selvagens e riscos de saúde pública associados ao seu consumo ilegal.

Palavras-chave: Bacteriologia, microbiota, tartarugas marinhas, potenciais ameaças de saúde, patógenos, zoonoses.

ABSTRACT

Sea turtles naturally have gastrointestinal microbiota; however, opportunistic behavior and pathogenicity of some bacteria have also been reported. Therefore, it is important to generate information on possible risks to turtles and human health. Five monthly field trips were carried out with captures of *Chelonia mydas* in the Ojo de Liebre lagoon complex. Physical examinations were performed and their morphometries were recorded; oral and cloacal swabs were made and seeded in McConkey and TCBS culture media. Bacterial agents were isolated and identified using the API®20E system. Turtles body condition index and the percentages of abundance and prevalence of each microorganism were calculated. Finally, the relationship between the size of the turtles and the presence of the microorganisms was determined. 178 *Chelonia mydas* were captured, 523 isolates of gram-negative Enterobacteria from seven different species were obtained; the presence of proteobacteria in *Chelonia mydas* was not related to their age class. Among the microorganisms found, *Vibrio fluvialis* and *Burkholderia cepacia* are zoonotic. These studies allow us to understand the role of microorganisms in the diseases of wild populations and the risks to public health associated with their illegal consumption.

Keywords: bacteriology, microbiota, marine turtles, potential health threats, pathogens, zoonoses.

INTRODUÇÃO

A tartaruga verde do Oriental Pacífico (*Chelonia Mydas*) em perigo de extinção, conhecida localmente como tartaruga preta/marrom, é distribuída ao longo da costa do Pacífico americano, ocupando diferentes regiões geográficas durante cada um dos estágios de seu ciclo de vida (Cliffon *et al.*, 1982). Essas agências são suscetíveis a ameaças específicas de seu ambiente e de origem antropogênica (Aguirre *et al.*, 2006), portanto, o estudo das condições de saúde das populações na vida livre, incluindo a presença de agentes infecciosos, está recebendo atenção crescente para a conservação.

Tartarugas marinhas na vida livre naturalmente abrem uma grande variedade de bactérias em seu trato gastrointestinal; no entanto, seu comportamento oportunista e patogenicidade (Ahasan *et al.*, 2018) também foram relatados. Num organismo, as comunidades de microorganismos associados são essenciais para uma ampla variedade de funções. O desenvolvimento do hospedeiro e seu estado de saúde dependem da presença duma comunidade microbiana intacta, que desempenha um papel importante em todos os organismos vivos (Bloodgood *et al.*, 2020). Em diferentes espécies, foi demonstrado que a microbiota promove o desenvolvimento de órgãos e tecidos, a produção de vitaminas e aminoácidos essenciais que afetam o uso de gorduras (Koropatnick *et al.*, 2004), e a resposta da glicose e dos linfócitos ao lesões intestinais (Warwick *et al.*, 2013). As diferentes bactérias do trato gastrointestinal de tartarugas marinhas podem fornecer várias funções que ainda são desconhecidas e sugerem desempenhar um papel importante na assimilação de alimentos e seu uso (Ahasan *et al.*, 2017). No entanto, esses microrganismos também podem causar danos causados pelo host, por exemplo, aumentando a suscetibilidade a inflamações intestinais e doenças infecciosas principalmente (Garner *et al.*, 1995). Internacionalmente, a presença de várias bactérias em tartarugas marinhas foi relatada como: *Salmonella*, *Mycobacterium*, *Escherichia Coli*, *Citrobacter Freundii*, *Edwarsiella sp.*, *Vibrio Alginolyticus*, *Vibrio Cholerae*, *Vibrio Fluvialis*, *Vibrio Furnisii*, *Vibrio Parhaemolyticus*, *Aeromonas* e *Proteus*, entre outros (Work *et al.*, 2003; Orós *et al.*, 2005; Santoro *et al.*, 2006; Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015) e foram identificados como oportunistas e potencialmente patogênicos para tartarugas. Além disso, alguns efeitos adversos da saúde foram relatados em humanos que consomem carne e ovos de tartarugas marinhas infectadas por patógenos zoonóticos, uma prática ilegal comum em países costeiros em todo o mundo (Aguirre *et al.*, 2006). No México, o conhecimento dos microorganismos relacionados a doenças em tartarugas marinhas ainda é limitado. Portanto, é importante gerar informações verdadeiras sobre os possíveis riscos para tartarugas e saúde humana associadas ao consumo ilegal. Este estudo teve como objetivo fornecer a linha de base sobre agentes bacterianos potencialmente patogênicos para tartarugas e tipo zoonótico, através de culturas bacteriológicas e métodos bioquímicos em amostras de tartaruga preta (*C. mydas*) na vida livre de lagunar complexo Ojo de Liebre, Baja California Sur (BCS), México.

MATERIAL E MÉTODOS

Site de estudo

O lagunar complexo Ojo de Liebre (LOL) e a Lagoa Guerreiro Negro (GNO) pertencem ao lagunar complexo Ojo de Liebre e fazem parte da reserva da biosfera "El Vizcaíno", localizada no norte do Pacífico da BCS, entre latitude 27° 35" e 28° 15' norte e longitude 113° 50' e 114° 20' oeste. Ambas as lagoas são hipersalinas e não têm contribuições frescas de água. Eles têm um alto grau de evaporação e uma circulação lenta da água. No geral, as características oceanográficas e climatológicas da região proporcionam um habitat de alta riqueza, que representa um dos principais locais de alimentação e desenvolvimento de tartarugas negras em suas fases de jovens e adultos no Pacífico mexicano ([Reséndiz et al., 2018a](#)).

Coleção e processamento de amostras

Um total de cinco saídas de campo mensais desde setembro de 2019 foram realizadas, 2020, com capturas de tartarugas pretas em Lloy gno. Todas as capturas foram realizadas com redes de monofilamento tipo "Castillo" durante o dia. Os animais capturados foram submetidos a um exame físico ([Norton, 2005](#)), e então raspados orais e cloacais foram realizados com cotonete estéreis. Para isso, movimentos circulares e rotativos foram realizados com o cotonete na superfície interna da boca e da superfície interna da cloaca e colocados em meio de cultura Stuart Copan® para transporte. Em seguida, o comprimento curvo da carapaça (CCC, centímetros) foi registrado, o comprimento reto da carapaça (CRC, centímetros) e o peso (quilogramas) ([Bolten, 1999](#)). Os adultos foram considerados adultos com um CCC superior a 77,5 cm ([Márquez, 1996](#)). Imediatamente depois, as tartarugas foram marcadas com placas de metal Inconel 625 nas barbatanas traseiras ([Balazs, 1999](#)) e lançadas ilasas no local de captura. As amostras foram refrigeradas a 4 °C e transferidas para o laboratório de microbiologia da Universidade Autônoma da Califórnia do Sul, onde foram semeadas em Agar McConkey para a identificação de enterobactérias e bacilos gram-negativos (incubação por 24 horas a 37 °C), e em agar thiosulfate citrato bilis sacarose (TCBS) para a identificação de bactérias do gênero *Vibrio* (incubação por 24 horas a 30 °C). Posteriormente, as colônias foram isoladas e processadas com o sistema de testes bioquímicos para a identificação de bactérias da família Enterobacteriaceae e outros Bacilli API®20E. As reações foram lidas de acordo com a tabela de identificação "API®20E Analytical Profile Index".

Análise de dados

A taxa de condição corporal (TCC) de cada corpo foi calculada com a fórmula proposta por [Bjorndal et al., \(2000\)](#):

$$TCC = \frac{\text{Peso} * 10000}{CRC^3}$$

Além disso, os meios padrão e desvios padrão da CCC, CRC, peso e TCC foram calculados. As percentagens de abundância relativa de cada agente bacteriano na boca e cloaca com a seguinte fórmula foram estimadas:

$$\text{Abundância relativa (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{aisolados duma espécie}}{\text{Isolados totais}} * 100$$

Em seguida, a prevalência de cada agente foi calculada nos organismos com a fórmula:

$$\text{Prevalência (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{indivíduos afetados}}{N^{\circ} \text{indivíduos numa população}} * 100$$

Finalmente, o teste de Kruskal-Wallis foi usado para determinar a relação entre o tamanho dos organismos (CCC) e a presença das diferentes espécies de bactérias. Os valores de $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Análises estatísticas foram realizadas em R versão 3.6.2.

RESULTADOS

Um total de 178 tartarugas negras foi capturado, que tenha medido $72,37 \pm 11,98$ cm de CCC, $67,27 \pm 11,26$ cm CRC e pesado $44,61 \pm 21,15$ kg. As tartarugas foram classificadas como 125 juvenis e 53 adultos e sua TCC foi de $1,38 \pm 0,18$. Um total de 523 isolados associados a enterobactérias gramnegativas de 7 espécies diferentes (Tabela 1) foram obtidas.

Na boca das tartarugas, as bactérias mais abundantes eram *Kleibsiella* sp. (31,56%), seguido por *Citrobacter Freundii* (29,79%), *Enterobacter* sp. (23,01%), *Pseudomonas aeruginosa* (15,34%) e *Cepacia Burkholderia* (0,29%), enquanto na cloaca a mais abundante foi o *Proteus* sp de (42,93%), *Citrobacter Freundii* (28,80%), *Aeruginosa Pseudomonas* (19,57%), *Vibrio fluvialis* (4,89%) e finalmente *Burkholderia Cepacia* (3,80%) (Figura 1).

O teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferenças significativas entre a presença dos diferentes microorganismos e a CCC de tartarugas (Ji-quadrado = 5,75, gl = 6, $p = 0,45$ valor) (Figura 2).

Tabela 1. Descrição quantitativa dos agentes bacterianos isolados de Tartarugas Negras (*Chelonia Mydas*) juventude e adultos no lagunar complejo Ojo de Liebre, Baja California Sur, México

Família	Espécies	Isolados totais	Abundância relativa (%)	Prevalência (%)	Isolamento na boca	Abundância relativa en boca (%)	Isolamento na cloaca	Abundância relativa em cloaca (%)
Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter freundii</i>	154	29.45	86.52	101	29.79	53	28.80
	<i>Klebsiella sp.</i>	107	20.46	60.11	107	31.56	0	0.00
	<i>Enterobacter sp.</i>	78	14.91	43.82	78	23.01	0	0.00
Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	88	16.83	49.44	52	15.34	36	19.57
Morganellaceae	<i>Proteus sp.</i>	79	15.11	44.38	0	0.00	79	42.93
Burkholderiaceae	<i>Burkholderia cepacia</i>	8	1.53	4.49	1	0.29	7	3.80
Vibrionaceae	<i>Vibrio fluvialis</i>	9	1.72	5.06	0	0.00	9	4.89
Total		523	100		339	100	184	100

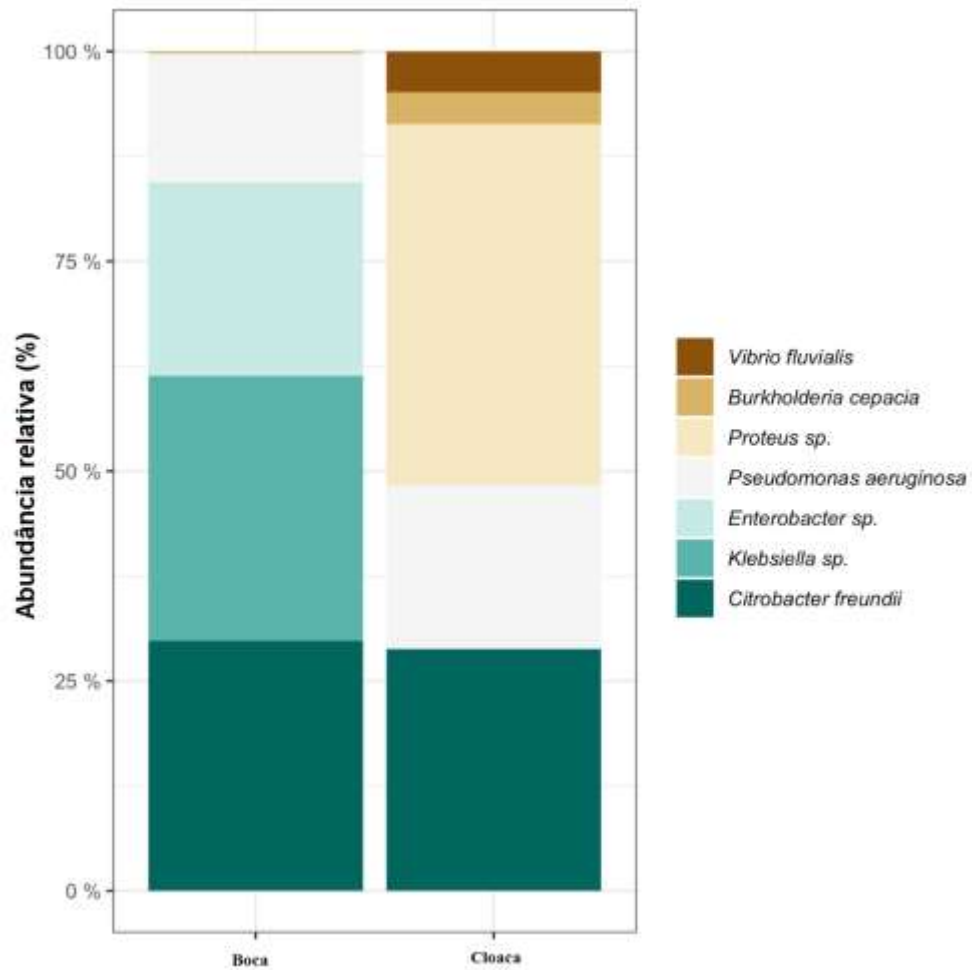


Figura 1. Abundância relativa de agentes bacterianos na boca e cloaca de tartarugas negras (*Chelonia Mydas*) no complexo lagunar Ojo de liebre, Baja California Sur, México

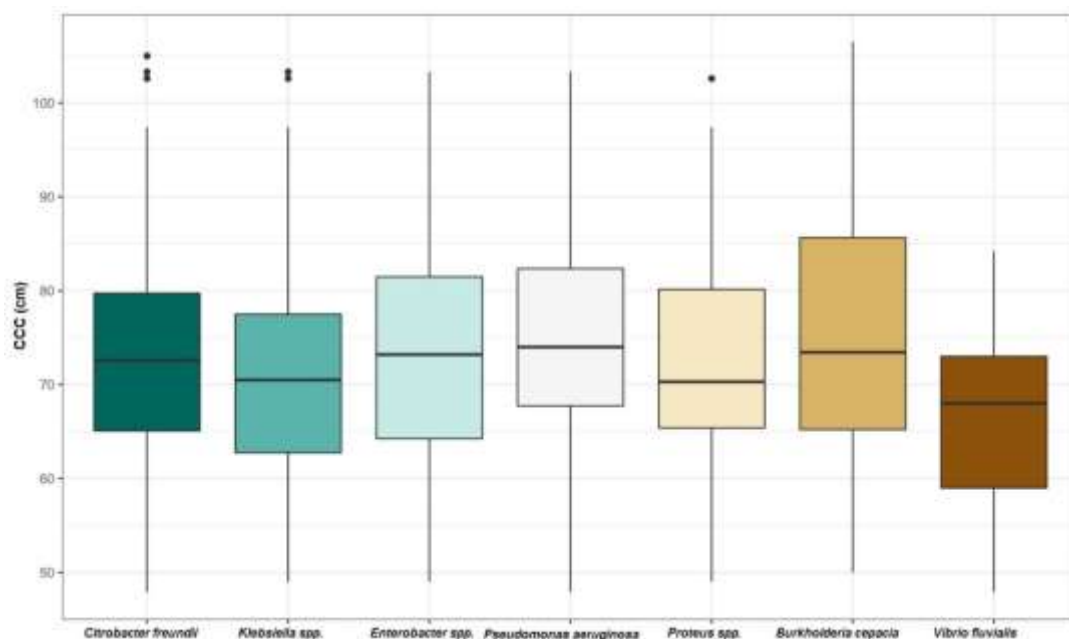


Figura 2. Agentes bacterianos presentes na diferentes tamanhos de comprimento curvo (CCC) de tartarugas pretas (*Chelonia mydas*) no lagunar complexo de Ojo de Liebre, Baja California Sur, México

DISCUSSÃO

As tartarugas foram classificadas como juvenis e adultos de acordo com o tamanho relatado para a área (Márquez, 1996). Sua TCC coincidiu com o relatado anteriormente para a área (Reséndiz *et al.*, 2018b) indicando que as tartarugas tiveram um bom estado nutricional e presumivelmente a capacidade de desempenho reprodutivo favorável. O exame físico não mostrou evidência de sinais clínicos, ferimentos graves ou doenças que comprometem o funcionamento de órgãos e sistemas de tartaruga ou a arriscar suas atividades ou tentativas normais contra sua integridade (Norton, 2005).

É importante considerar que as diferenças nas comunidades de microorganismos das tartarugas marítimas são atribuídas principalmente a fatores ecológicos e ontogênicos (nível trófico, dieta, habitat, etc.) (Ahasan *et al.*, 2018), então a composição bacteriana gastrointestinal difere significativamente entre populações em agências livres de vida e reabilitação (antes da hospitalização e após a reabilitação) (Pace *et al.*, 2019; Bloodgood *et al.*, 2020). Em geral, a alta prevalência de proteobactéria tem sido associada à disbiose, bem como a deterioração no estado de saúde das tartarugas marinhas (Ahasan *et al.*, 2018). *Citrobacter Freundii* mostrou a maior prevalência (86,52%). Esta bactéria gramnegativa da família Enterobacteriaceae foi relatada mais cedo nas tartarugas marítimas internacionalmente (Santoro *et al.*, 2006), nacionalmente em tartarugas pretas em Sinaloa (Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015) e em tartarugas amarelas (*Caretta Caretta*) no Golfo de Ulloa, BCS (Reséndiz *et al.*, 2019). É considerado um patógeno oportunista associado a infecções em animais juvenis e infecções secundárias em animais imunossuprimidos (Glazebrook e Campbell, 1990), e não é zoonótico (Johnson-Delaney, 2014). Nas tartarugas marinhas, a dose infecciosa e o período de incubação são desconhecidos. Foi relatado que sua transmissão é fecal-oral, ingerindo alimentos contaminados ou por contato direto entre os organismos transportadores e suscetíveis e imunossuprimidos (Johnson-Delaney, 2014), esta espécie é encontrada no trato gastrointestinal de animais e usa corpos de água como reservatório (Work *et al.*, 2003). *Klebsiella* sp tinha uma prevalência de 60,11%. Esta bactéria gramnegativa da família Enterobacteriaceae foi anteriormente relatada em tartarugas marinhas internacionalmente (Warwick *et al.*, 2013) e nacional em tartarugas amarelas no Golfo de Ulloa, BCS (Reséndiz *et al.*, 2019). Este patógeno desempenha um papel importante como causa de doenças infecciosas oportunistas, principalmente em organismos imunossuprimidos e freqüentemente em animais juvenis (Work *et al.*, 2003). Também foi associado a bacteremia, infecções por lesão e infecções respiratórias e urinárias (Johnson-Delaney, 2014). A dose infecciosa e o período de incubação nas tartarugas marinhas são desconhecidos. Não é zoonótico e seus vetores são desconhecidos, embora tenha sido relatado que seu caminho de transmissão mais frequente é através das fezes (Jacobson, 2007). Este gênero pode ser isolado do solo, corpos de água, pele, exsudados nasofaríngeos, ou do trato gastrointestinal de tartarugas transportadoras (Glazebrook e Campbell, 1990) e podem sobreviver em ambientes marinhos por várias horas ou em animais

cl clinicamente saudáveis por longos períodos (Tan *et al.*, 2009). *Pseudomonas aeruginosa* apresentou uma prevalência de 49,44%. Estes bacilos gram-negativos pertencem à família Pseudomonadaceae (Buller, 2004) e foram estudados em tartarugas marinhas a nível internacional (Work *et al.*, 2003; Santoro *et al.*, 2006) e nacional (Reséndiz *et al.*, 2019). Estes são patógenos oportunistas que sugerem um aumento do risco de doença em tartarugas juvenis imunossuprimidas e fibropilomatosis (Work *et al.*, 2003). A maioria das suas condições surgem da colonização do trato respiratório e urinário ou infecções de profunda disseminação que pode causar pneumonia, bacteremia e infecções respiratórias crônicas (Buller, 2004; Jorgensen e Ferraro, 2009). Eles não são zoonóticos e em tartarugas marinhas, vetores não são conhecidos (Work *et al.*, 2003; Johnson-Delaney, 2014). A dose infecciosa em tartarugas marítimas também é desconhecida e seu período de incubação varia de acordo com a infecção (Orós *et al.*, 2005; Jorgensen e Ferraro, 2009). Esta espécie é transmitida por contato direto com água contaminada, aerossóis ou aspiração por contato de membranas mucosas com descargas de conjuntivas infectadas ou trato respiratório superior de organismos infectados (Johnson-Delaney, 2014) e pode sobreviver por vários meses no ambiente marinho com nutrientes Básico (Jacobson, 2007). *Proteus* sp tinha prevalência de 44,38%. Esses bacilos gram-negativos foram relatados em outras espécies de tartarugas marítimas saudáveis e doentes no nível internacional ((Santoro *et al.*, 2006), no México, em tartarugas negras (Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015) e em tartarugas amarelas clinicamente saudável (Reséndiz *et al.*, 2019). Eles são considerados parte da microbiota gastrointestinal de tartarugas marinhas, no entanto, podem gerar infecções crônicas do trato urinário, tais como bacteremia, pneumonia e lesões focais em organismos enfraquecidos e emaciados (Work *et al.*, 2003). Eles não são zoonóticos e não são conhecidos vetores de transmissão. Além disso, nas tartarugas marítimas, a dose infecciosa é desconhecida e o período de incubação não é bem estabelecido (Johnson-Delaney, 2014), embora tenha sido relatado que causa infecções ao deixar o trato gastrointestinal (Jorgensen e Ferraro, 2009). Este gênero não é transmitido por contato direto entre organismos e pode ser encontrado em corpos de água (Jacobson, 2007). Sobrevive facilmente fora do hospedeiro, especialmente em áreas onde há uma decomposição de proteína animal (Buller, 2004; Jacobson, 2007). *Enterobacter* sp mostrou uma prevalência de 43,82%. Esta enterobactéria gramado foi relatada em tartarugas amarelas no Golfo de Ulloa, BCS (Reséndiz *et al.*, 2019) e em outras espécies de tartarugas marinhas a nível internacional (Work *et al.*, 2003; Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015). É considerado um patógeno oportunista que tem sido associado a surtos infecciosos, como fibropilomatose em tartarugas juvenis (Work *et al.*, 2003). Pode causar inúmeras infecções, como pneumonia, sepse no trato intestinal e no trato urinário, que podem causar bacteremia (Work *et al.*, 2003; Orós *et al.*, 2005). Não é zoonótico e não se conhecem (Glazebrook e Campbell, 1990; Warwick *et al.*, 2013). Além disso, sua incubação e período de dose infecciosa nas tartarugas marinhas são desconhecidos. No entanto, sabe-se que é transmitido por contato direto ou indireto de superfícies mucosas com o agente infeccioso e também pode ser transmitido por fecal-oral (Johnson-Delaney, 2014). Este gênero é

colonizador do trato gastrointestinal inferior de humanos, animais e muitas vezes pode ser encontrado em plantas, solo, corpos de água e é capaz de sobreviver com uma fonte mínima de energia (Pace *et al.*, 2019). *Vibrio fluvialis* tinha uma prevalência de 5,06%. Este bacilo gramado da família Vibrionaceae foi relatado em tartarugas marítimas doentes e saudáveis a nível internacional e nacional (Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015; Reséndiz *et al.*, 2019). É considerado um patógeno emergente que é transmitido por alimentos contaminados (Ahasan *et al.*, 2017; Franco-Monsreal *et al.*, 2014). Todas as suas consequências são desconhecidas em tartarugas marinhas, mas em mamíferos causam diarreia semelhantes à raiva, infecções cutâneas associadas à exposição a ambientes aquáticos e até sepsis em indivíduos imunossuprimidos (Franco-Monsreal *et al.*, 2014). Seu período de incubação e dose infecciosa em tartarugas marinhas é desconhecido. Este microrganismo é zoonótico (Johnson-Delaney, 2014) e pode sobreviver por longos períodos de tempo no ambiente marinho, onde é amplamente distribuído (Igbinosa e Okoh, 2010; Franco-Monsreal *et al.*, 2014).

Alguns relatórios indicam que também foi isolado de cloaca, banquinhos animais e humanos, bem como frutos do mar, principalmente em moluscos bivalves (Alton *et al.*, 2006; Igbinosa e Okoh, 2010). Finalmente, *Burkholderia Cepacia* teve uma prevalência de 4,49%. Esta bactéria gramada da família Burkholderiaceae foi relatada anteriormente em nível internacional e nacional em Tortugas Gólicas (*Lepidochelys Olivacea*) (Santoro *et al.*, 2006; Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015), tartarugas verdes (*C. mydas*) com e sem fibropilomatose (Work *et al.*, 2003) e em tartarugas amarelas clinicamente saudáveis (Reséndiz *et al.*, 2019). Este microrganismo patogênico pode causar doença pulmonar crônica por secreção mucopurulenta, caracterizada por múltiplos abscessos na pele e tecidos subcutâneos, ou uma sepsia severa com morte em cerca de 7-10 dias (Orós *et al.*, 2005; Jacobson, 2007). Nas tartarugas marítimas, a dose infecciosa é desconhecida, seu período de incubação varia de 1 a 14 dias (Johnson-Delaney, 2014) e é considerado zoonótico por contato direto ou indireto da mucosa com descargas de lesão de animais infectados (Warwick *et al.*, 2013; Johnson-Delaney, 2014). Foi relatado em mamíferos, répteis e peixes, considerando os humanos como convidados acidentais (Buller, 2004; Jorgensen e Ferraro, 2009). Pode ser encontrado no chão, corpos de água e áreas próximas às atividades agrícolas, onde pode sobreviver por longos períodos à temperatura ambiente (Buller, 2004; Jacobson, 2007).

A presença desses agentes bacterianos nas tartarugas marinhas não estava relacionada à sua escultura; O teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferenças significativas entre a presença dos diferentes microrganismos e a CCC de tartarugas, que indica que as bactérias encontradas apresentadas se apresentavam de forma intercambiável em animais juvenis e adultos. Dentro das proteobactérias encontradas em tartarugas negras, *Vibrio fluvialis* e *Burkholderia cepacia* são patógenos zoonóticos, e embora tenham uma baixa prevalência, eles devem ser monitorados regularmente para evitar riscos em tartarugas e saúde pública. Desde então, apesar

da proibição federal de captura, consumo e comércio de tartarugas marinhas no México desde 1990, essas organizações continuam a ser capturadas e consumidas. Este fato representa um grande perigo potencial para a saúde humana (Aguirre *et al.*, 2006), sendo capaz de causar extrema desidratação, vômitos, diarreia e até mesmo morte aos consumidores devido à presença desses microrganismos (Alton *et al.*, 2006), além de vírus, parasitas ou poluentes em tartarugas marinhas (Zavala-Norzagaray *et al.*, 2015). As informações geradas advertem sobre possíveis riscos à saúde dos consumidores de tartarugas marinhas; além de ser uma prática ilegal, é potencialmente perigoso para a saúde pública e afeta as populações das diferentes espécies protegidas. Este estudo complementa as avaliações de saúde das tartarugas negras nas áreas de área e gestão e conservação de agências e seus ecossistemas na Reserva da Biosfera "El Vizcaíno", juntamente com as autoridades locais.

CONCLUSÕES

Sete agentes bacterianos potencialmente patogênicos foram relatados para as tartarugas marinhas em indivíduos aparentemente saudáveis de tartaruga negra, dos quais dois são zoonóticos. A evidência clínica fundamental é necessária para definir se esses microrganismos causam doenças e estudos mais específicos são necessários para esclarecer as diferenças entre a microbiota e a pathobiota de tartarugas marinhas, especialmente com métodos moleculares.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Everardo Mariano, Oscar Salazar, Noé López, Gabriel Zaragoza e Rafael Buelna, da Biosfera Reserve "El Vizcaíno" da Comissão Nacional de Áreas Naturais Protegidas, e Aaron Sánchez, Fabián Castillo, Joaquín Rivera e Antonio Zaragoza do Ambiente Área de conservação e gestão integral de gestão e planejamento da empresa de exportação de Sal S.A para sua assistência durante o trabalho de campo, suporte, logística e orientação durante o desenvolvimento desta pesquisa. Graças a Carlos Gamboa, Ibrahí Rodríguez e Indira Alejandra Macías Guerrero da Universidade Autônoma da Baja California Sur (UABCS). Esta pesquisa foi conduzida sob as condições das licenças: Ofício No. SGPA/DGVS/013214/18 e Ofício No. SGPA/DGVS/12688/19, e todas as diretrizes internacionais, nacionais e institucionais aplicáveis para o cuidado e uso de animais foram seguidas.

LITERATURA CITADA

AGUIRRE AA, Gardner S, Marsh JC, Delgado SG, Limpus CJ, Nichols WJ. 2006. Hazards associated with the consumption of sea turtle meat and eggs: a review for health care workers and the general public. *Ecohealth*. 3:141–153. <https://doi.org/10.1007/s10393-006-0032-x>

AHASAN MS, Waltzek TB, Huerlimann R, Ariel E. 2017. Fecal bacterial communities of wild-captured and stranded green turtles (*Chelonia mydas*) on the great barrier reef. *FEMS Microbiology Ecology*. 93:1–11. <https://doi.org/10.1093/femsec/fix139>

AHASAN MS, Waltzek TB, Huerlimann R, Ariel E. 2018. Comparative analysis of gut bacterial communities of green turtles (*Chelonia mydas*) pre-hospitalization and post-rehabilitation by high-throughput sequencing of bacterial 16S rRNA gene. *Microbiology Research*. 207:91-99. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.11.010>

ALTON D, Forgione M, Gros S. 2006. Cholera-like presentation in *Vibrio fluvialis* enteritis. *Southern Medical Journal*. 99:765-768. <https://doi.org/10.1097/01.smj.0000223657.22296.e6>

BALAZS G. 1999. Factores a Considerar en el Mercado de Tortugas marinas. In: Eckert K, Bjorndal K, Abreu- Grobois A, Donnelly M (eds) Research and management techniques for the conservation of sea turtles, IUCN/ SSC marine turtle specialist group publication no. 4. Pp. 116. http://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/Cayos_Cochinos/TORTUGAS_MARINAS/Manual_UICN/01_meylanmeylan_sp.pdf

BJORNDAL KA, Bolten AB, Chaloupka MY. 2000. Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. *Ecological Applications*. 10:269-282. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0269:GTSGME\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0269:GTSGME]2.0.CO;2)

BLOODGOOD JC, Hernandez SM, Isaiah A, Suchodolski JS, Hoopes LA, Thompson P, Norton T. 2020. The effect of diet on the gastrointestinal microbiome of juvenile rehabilitating green turtles (*Chelonia mydas*). *PloS ONE*. 15:e0227060. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227060>

BOLTEN A. 1999. Techniques for measuring sea turtles. In: Eckert K, Bjorndal K, Abreu- Grobois A, Donnelly M. (eds). Research and management techniques for the conservation of sea turtles, IUCN/ SSC marine turtle specialist group publication no. 4. Pp.126. http://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/Cayos_Cochinos/TORTUGAS_MARINAS/Manual_UICN/01_meylanmeylan_sp.pdf

BULLER N. 2004. *Bacteria from fish and other aquatic animals: A practical identification manual*. CABI. London United Kingdom. ISBN: 9781845938055.

CLIFFTON K, Cornejo DO, Felger RS. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. In: Bjorndal, K.A. (Ed.). *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington DC. Pp. 199–209. ISBN: 9781560986195.

FRANCO-MONSREAL J, Lara-Zaragoza J, Villa-Ruano N, Mota-Magaña L, Serralta-Peraza ES, Cuevas- Albarrán BV, Sosa-Castilla F. 2014. Especies de importancia clínica del Genero *Vibrio* en alimentos marinos de origen animal de establecimientos de Puerto Ángel, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 52:3-30. http://servcym.umar.mx/Revista/index.php/cienciaymar/issue/view/13/ART52_1

GARNER CD, Antonopoulos DA, Wagner B, Duhamel G.E, Keresztes I, Ross DA, Young VB, Altier C. 1995. Perturbation of the small intestine microbial ecology by streptomycin alters pathology in a *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium murine* model of infection. *Infection and Immunity*. 77:2691–2702. <https://doi.org/10.1128/iai.01570-08>.

GLAZEBROOK JS, Campbell RS. 1990. A survey of the diseases of marine turtles in northern Australia. II. Oceanarium-reared and wild turtles. *Diseases of Aquatic Organisms*. 9:97-104. <https://www.int-res.com/articles/dao/9/d009p097.pdf>

IGBINOSA E, Okoh A (2010) *Vibrio fluvialis*: un patógeno entérico inusual de creciente preocupación de salud pública. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 10:3628-3643. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103628>

JACOBSON ER. 2007. Bacterial diseases of reptiles. In: Jacobson ER (ed) *Infectious diseases and pathology of reptiles: color atlas and text*. CRC Press, Boca Raton. Pp. 1030. ISBN: 9781498771481.

JOHNSON-DELANEY CA. 2014. Reptile zoonoses and threats to public health. In: Mader and Divers (Eds.) *Reptile medicine and surgery*. 2 Ed. Elsevier, St. Louis Missouri USA. Pp. 1204. ISBN: 9781455757268.

JORGENSEN H, Ferraro MJ. 2009. Antimicrobial susceptibility testing: A review of general principles and contemporary practices. *Archives of Clinical Infectious Diseases*. 49:1749-1755. <https://doi.org/10.1086/647952>

KOROPATNICK TA, Engle JT, Apicella MA, Stabb EV, Goldman WE, McFall-Ngai MJ. 2004. Microbial factor-mediated development in a host-bacterial mutualism. *Science*. 306:1186–1188. <https://doi.org/10.1126/science.1102218>

MÁRQUEZ R. 1996. *Las Tortugas marinas y nuestro tiempo*. Serie La Ciencia para Todos / 144p. 3 Ed. Fondo de Cultura. DF Mex. ISBN: 9789681665654.

NORTON T. 2005. Chelonian emergency and critical care. Topics in medicine and surgery. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 14:106–130. <https://doi.org/10.1053/j.saep.2005.04.005>

ORÓS J, Torrent A, Calabuig P, Déniz S. 2005. Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001). *Diseases of Aquatic Organisms*. 63:13–24. <https://doi.org/10.3354/dao063013>

PACE A, Rinaldi L, Ianniello D, Borrelli L, Cringoli G, Fioretti A, Dipineto L. 2019. Gastrointestinal investigation of parasites and Enterobacteriaceae in loggerhead sea turtles from Italian coasts. *BMC Veterinary research*. 15:370. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2113-4>

RESÉNDIZ E, Fernández-Sanz H, Barrientos S, Lara M, López-Vivas J. 2019. Microbiología de tortugas amarillas (*Caretta caretta*) del Golfo de Ulloa, Baja California Sur, México. *Ciencia y Mar*. 68:3-16.

http://servcym.umar.mx/Revista/index.php/cienciaymar/issue/view/70/ART68_1

RESÉNDIZ E, Fernández-Sanz H, Lara M. 2018a. Baseline health indicators of Eastern Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) from Baja California Sur, Mexico. *Comparative Clinical Pathology*. 27:1309–1320. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2740-3>

RESÉNDIZ E, Fernández-Sanz H, Lara M. 2018b. *Chelonia mydas* (Green Sea Turtle) diet. *Herpetological Review* 49:315. ISSN: 0018084X. https://www.researchgate.net/publication/326096119_Chelonia_mydas_Green_Sea_turtle_Diet

SANTORO M, Orrego CM, Gómez GH. 2006. Flora bacteriana cloacal y nasal de *Lepdochelys olivacea* (Testudines: *Chelonidae*) en el pacífico norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 54:43-49. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v54n1/3354.pdf>

TAN T, Ng L, He J, Koh T, Hsu L. 2009. Evaluation of screening methods to detect plasmid- mediated AmpC in *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Proteus mirabilis*. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*. 53:146–149. <https://doi.org/10.1128/aac.00862-08>

WARWICK C, Arena PC, Steedman C. 2013. Health implications associated with exposure to farmed and wild sea turtles. *JRSM Short Reports*. 4:8. <https://doi.org/10.1177/2042533313475574>

WORK TM, Balazs GH, Wolcott M, Morris R. 2003. Bacteraemia in free-ranging Hawaiian green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis. *Diseases of Aquatic Organisms*. 53:41-46. <https://doi.org/10.3354/dao053041>

ZAVALA-NORZAGARAY AA, Aguirre AA, Velazquez-Roman J, Flores-Villaseñor J, León-Sicairos N, Ley-Quíñonez CP, Hernández-Díaz LD and Canizalez-Roman A. 2015. Isolation, characterization, and antibiotic resistance of *Vibrio* spp. in sea turtles from Northwestern Mexico. *Frontiers in Microbiology*. 6:635. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00635>