



First findings of ulcerative and necrotizing dermatitis in olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) in La Escobilla, Oaxaca, Mexico

Primeros hallazgos de la dermatitis ulcerativa y necrotizante en la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en La Escobilla, Oaxaca, México

[Alejandra Buenrostro-Silva](#)^{1,2}, [Jesús García-Grajales](#)^{2*}, [Petra Sánchez-Nava](#)³,
[María de Lourdes Ruíz-Gómez](#)³

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, 50295 El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Mexico.

² Universidad del Mar campus Puerto Escondido, 71980 San Pedro Mixtepec, Oaxaca, Mexico.

³ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, 50295 El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Mexico.

* Corresponding author. E-mail: archosaurio@yahoo.com.mx

ABSTRACT. Ulcerative and necrotizing dermatitis (UND) is a cutaneous disease caused by traumatic skin lesions on the necks of sea turtles. In this study we report the first findings of UND in free-ranging olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) in La Escobilla, Oaxaca, Mexico. We found several skin injury conditions on the necks of nesting turtles in the arribada events of the 2021 nesting season. Samples from injuries were taken with sterile swabs for bacteriological analyses, and antimicrobial resistance profiles were studied. Of the 525 turtles examined, 278 had injuries on the back of the neck (52.9% prevalence). Two bacteria (*Pseudomonas* sp. and *Staphylococcus* sp.) and 1 fungus (*Candida* sp.) were identified in 8 turtles with UND. Ciprofloxacin was the only antibiotic with high inhibition of *Staphylococcus* sp. and *Pseudomonas* sp. We recommend initiating a continuous monitoring program to follow the occurrence of dermatitis disease in *L. olivacea* in subsequent years to better document prevalence and progression of skin injuries in more individuals.

Key words: dermatitis, disease, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, olive ridley.

RESUMEN. La dermatitis ulcerativa y necrotizante (DUN) es una enfermedad cutánea causada por lesiones traumáticas de la piel sobre el cuello de las tortugas marinas. En este estudio reportamos los primeros hallazgos de DUN en tortugas golfina (*Lepidochelys olivacea*) de vida libre en La Escobilla, Oaxaca, México. Encontramos diferentes condiciones de lesiones de piel sobre el cuello de tortugas anidantes en los eventos de arribada de la temporada de anidación de 2021. Tomamos muestras de las lesiones con hisopos estériles para los análisis bacteriológicos y estudiamos los perfiles de resistencia antimicrobiana. De las 525 tortugas examinadas, 278 presentaron lesiones en el dorso del cuello (prevalencia del 52.9%). Identificamos 2 bacterias (*Pseudomonas* sp. y *Staphylococcus* sp.) y 1 hongo (*Candida* sp.) en 8 tortugas con DUN. La ciprofloxacina fue el único antibiótico con alta inhibición de *Staphylococcus* sp. y *Pseudomonas* sp. Recomendamos iniciar un programa de monitoreo continuo para el seguimiento de la ocurrencia de la dermatitis en *L. olivacea* en los siguientes años, con el fin de documentar de mejor manera la prevalencia y la progresión de las lesiones de la piel en más individuos.

Palabras clave: dermatitis, enfermedad, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, tortuga golfina.



INTRODUCCIÓN

Sea turtles can harbor a variety of microorganisms that normally behave as saprophytes and do not cause any disease (Köhler 2006, Santoro et al. 2006). However, when the immune system weakens as a product of stress generated by natural and anthropogenic causes, individuals are more susceptible to pathogens such as bacteria, viruses, parasites, and fungi that cause diseases and even mortality. Among the main routes of entry of pathogens into sea turtles are injuries caused by traumas (Dobbs 2001), which affect the dermal tissues (Glazebrook and Campbell 1990).

Dermatitis is a problem frequently reported in captive-raised sea turtles (Glazebrook and Campbell 1990), but wildlife turtle reports are scarce (Maas 2013, Mazzarella et al. 2020). Commonly, in reptiles this disease is a consequence of abrasive skin lesions in animals that are in environmental conditions that favor bacterial infection (Boylan et al. 2017). Moreover, traumatic skin lesions represent the opportunity for pathogenic bacteria to invade tissues and reach the bloodstream, resulting in fatal septicemia (Orós et al. 2005).

Ulcerative and necrotizing dermatitis (UND) is a cutaneous disease characterized by blisters that often rupture, forming erosions and ulcers (Yager and Wilcock 1994). The open wounds created by these ruptured vesicles then provide a venue for secondary complications, such as infections (Maas 2013). The predisposition to UND is due to several factors, including water pollution (fecal pollution), epibionts, warm water temperatures, overpopulation, states of immunosuppression, and wounds from fighting in the breeding areas (Barragán 2002, Santoro et al. 2007, Duignan et al. 2020).

Abnormalities affecting the skin are an important aspect of aquatic wildlife health monitoring because the skin can be reflective of injurious external factors, such as water quality, and a host of systematic factors, such as diet and the function of the immune system and other organs, as well as reflecting the presence of diseases (Mazzarella et al. 2020). Therefore, in this study we report the first findings of UND in free-ranging olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) in La Escobilla, Oaxaca. This information adds new insights about this disease in the southern coastal region of Mexico.

MATERIALS AND METHODS

La Escobilla Sanctuary is in the Santa María Tonameca municipality (15°43'37.56" N, 96°44'49.23" W), on the southwest Mexican Pacific coast. The beach is approximately 25 km long, and the turtles nest along an 8-km-long strip at its western end. To facilitate the night counts of nesting females during the arribadas, the Centro Mexicano de la Tortuga has divided the nesting area into 160 permanent stations, marked every 50 m with a fixed concrete post (CONANP 2009).

While conducting a research project focused on assessing blood parameters in nesting olive ridley turtles (*L. olivacea*) at La Escobilla, we found several skin injury conditions

INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas pueden albergar una gran variedad de microorganismos que normalmente actúan como saprófitos y no causan ninguna enfermedad (Köhler 2006, Santoro et al. 2006). Sin embargo, cuando se debilita el sistema inmune como producto del estrés por causas naturales y/o antropogénicas, los individuos se vuelven susceptibles a agentes patógenos como bacterias, virus, parásitos, y hongos que causan enfermedades e incluso la muerte. Entre las principales vías de entrada de agentes patógenos en tortugas marinas están las lesiones causadas por traumatismos (Dobbs 2001), que afectan al tejido dérmico (Glazebrook y Campbell 1990).

La dermatitis es un problema frecuentemente reportado en tortugas mantenidas en cautiverio (Glazebrook y Campbell 1990), pero los reportes en tortugas de vida silvestre son escasos (Maas 2013, Mazzarella et al. 2020). Comúnmente, en reptiles esta enfermedad es una consecuencia de lesiones abrasivas de la piel en animales que se encuentran en condiciones ambientales que favorecen la infección bacteriana (Boylan et al. 2017). Además, las lesiones traumáticas de la piel representan la oportunidad para que las bacterias patógenas invadan a los tejidos y alcancen al torrente sanguíneo, lo que resulta en una septicemia fatal (Orós et al. 2005).

La dermatitis ulcerativa y necrotizante (DUN) es una enfermedad cutánea caracterizada por ampollas que frecuentemente se rompen y forman erosiones y úlceras (Yager y Wilcock 1994). Las heridas abiertas creadas por esa ruptura de las vesículas proporcionan un área propicia para complicaciones secundarias, tales como las infecciones (Maas 2013). La predisposición a la DUN se debe a diferentes factores, los cuales incluyen la contaminación del agua (contaminación fecal), epibiontes, temperaturas elevadas del agua, sobrepoblación, estados de inmunosupresión y heridas generadas por peleas en las áreas de reproducción (Barragán 2002, Santoro et al. 2007, Duignan et al. 2020).

Las anomalías que afectan a la piel son un aspecto importante para el monitoreo de la salud de la fauna silvestre acuática considerando que la piel puede reflejar factores externos perjudiciales, como la calidad del agua, y una serie de factores sistemáticos, como la dieta y la función del sistema inmune y de otros órganos, así como la presencia de enfermedades (Mazzarella et al. 2020). Por tanto, en este estudio reportamos los primeros hallazgos de DUN en la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) de vida silvestre en La Escobilla, Oaxaca. Esta información adiciona nuevas perspectivas acerca de esta enfermedad en la región costera del sureste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Santuario La Escobilla se localiza en el municipio de Santa María Tonameca (15°43'37.56" N, 96°44'49.23" W),

on the necks of nesting turtles during the arribada events (September, October, and November) of the 2021 nesting season. We selected 6 of the permanent stations (approximately 200 m) from which to perform the counting and examination of the turtles present in that area to register the prevalence of these injuries. Because of the high prevalence of dermatitis in the nesting turtles, we used a simple skin lesion classification system consisting of 5 levels: level 1, discoloration; level 2, thickening; level 3, ulceration; level 4, necrosis; and level 5, “mix” (a combination of injuries). In the absence of a reference to the degree of skin lesions in sea turtles, we proposed this arbitrary criterion as a reference for our region. Lesion size was recorded with a rigid L-shaped forensic scale (Critical Path model), measuring the longest axis. Digital images of the lesions were obtained using an iPhone (XR model, 12 MP resolution).

Samples from lesions were taken with sterile swabs from 12 turtles with gross pathological changes (discoloration, thickening, ulceration, and necrosis) suggestive of UND. The swabs were then placed in Stuart transport medium and kept refrigerated at 4 °C until processing 5 h later in the laboratory (Vega-Manríquez et al. 2018). To identify bacteria associated with lesions, samples were seeded by streaking directly onto blood agar, Mannitol salt, Sabouraud, and MacConkey media and incubated for 72 h in microaerobiosis at 37 °C (Vega-Manríquez et al. 2018). The isolated colonies were analyzed by Gram stain; Gram-negative and Gram-positive bacteria were assessed for oxidase and catalase, respectively.

Antimicrobial resistance profiles were studied using the standard procedures (Blasi et al. 2020) with the 18 most commonly used commercial antibiotics (10 µg each, Table 1). Interpretation of results was conducted by referring to the Clinical and Laboratory Standards Institute ranges (CLSI 2018). Although fieldwork was carried out under permit SGPA/DGVS/03919/21, from the Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Mexico), for handling and extraction of blood, it is necessary to clarify that this permit did not include taking skin samples.

RESULTS

During 3 arribada events, 525 turtles were examined in a stretch of approximately 200 m. Of these, 278 turtles had injuries on the back of the neck (52.9% prevalence). The severity of injuries varied (Fig. 1): 41.4% ($n = 115$) of injuries were level-1 injuries; 38.8% ($n = 108$), level-2 injuries; 12.6% ($n = 35$), level-3 injuries; 4.7% ($n = 13$), level-4 injuries; and 2.5% ($n = 7$), level-5 injuries. We did not find any epibionts or any residual marks suggestive of prior epibiont attachment on the affected turtles examined. The size of the injuries varied between the distinct levels. The average length by width was 6.5×3.5 cm for level-1 injuries, 10.0×3.5 cm for level-2 injuries, 3.0×3.0 cm for level-3 injuries, and 2.5×4.0 cm for level-4 injuries. Level-5 injuries varied in length.

sobre la costa sureste del Pacífico mexicano. La playa tiene aproximadamente 25 km de longitud, y las tortugas anidan a lo largo de una franja de 8 km de largo en su extremo occidental. Para facilitar los conteos nocturnos de las hembras anidantes durante las arribadas, el Centro Mexicano de la Tortuga ha dividido el área de anidación en 160 estaciones permanentes, marcadas cada 50 m con un poste fijo de concreto (CONANP 2009).

Mientras realizábamos una investigación centrada en evaluar los parámetros sanguíneos en las hembras anidantes de tortuga golfina (*L. olivacea*) en La Escobilla, encontramos diferentes condiciones de lesiones en la piel sobre el cuello de las tortugas anidantes en los eventos de arribada (septiembre, octubre y noviembre) de la temporada de anidación del año 2021. Seleccionamos 6 de las estaciones permanentes (~200 m) para realizar el conteo y la examinación de las tortugas presentes en esa área y, así, determinar la prevalencia de las lesiones. Debido a la alta prevalencia de dermatitis en las tortugas anidantes, usamos un sistema de clasificación simple que consistió en 5 niveles de lesión de la piel: nivel 1, decoloración; nivel 2, engrosamiento; nivel 3, ulceración; nivel 4, necrosis; y nivel 5, “mixto” (una combinación de lesiones). En ausencia de una referencia para el grado de lesiones en la piel en las tortugas marinas, propusimos este criterio arbitrario como una referencia para nuestra región. El tamaño de la lesión fue medido con una regla forense rígida en forma de L (modelo Critical Path) para medir los ejes más largos. Imágenes digitales de las lesiones fueron obtenidas usando un iPhone (modelo XR, resolución de 12 MP).

Las muestras de 12 tortugas con cambios patológicos evidentes (decoloración, engrosamiento, ulceración y necrosis) sugerentes de DUN fueron tomadas con hisopos estériles, colocadas en medio de transporte Stuart y mantenidas en refrigeración a 4 °C hasta su procesamiento en el laboratorio 5 h después (Vega-Manríquez et al. 2018). Para identificar a las bacterias asociadas con las lesiones, las muestras fueron sembradas en medios de agar sangre, agar Manitol salado, agar Sabouraud y agar de MacConkey e incubadas por 72 h en microaerobiosis a 37 °C (Vega-Manríquez et al. 2018). Las colonias aisladas fueron analizadas por la reacción de Gram; las bacterias Gram negativas y positivas fueron identificadas por medio de los métodos de oxidasa y catalasa, respectivamente.

Los perfiles de resistencia antimicrobiana fueron estudiados utilizando los procedimientos estándar (Blasi et al. 2020) con los 18 antibióticos comerciales más utilizados (10 µg por cada uno, Tabla 1). La interpretación de los resultados se realizó utilizando como referencia los intervalos propuestos por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI 2018). Aunque el trabajo de campo fue realizado bajo el permiso SGPA/DGVS/03919/21 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México para la manipulación y extracción de sangre, es necesario aclarar que tal permiso no incluye la toma de muestras de piel (biopsias).

Table 1. Inhibitory growth response to antibiotics by bacteria sampled from olive ridley neck lesions. I = individual, R = resistant, S = sensitive, XX = moderate growth, X = little growth.

Tabla 1. Respuesta inhibitoria del crecimiento a antibióticos por bacterias muestreadas en las lesiones en el cuello de la tortuga golfina. I = individual, R = resistente, S = sensible, XX = crecimiento moderado, X = poco crecimiento.

Bacteria/fungus	Antibiotics	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
<i>Pseudomona</i> sp.	Amikacin	R	R	S	R	R	R		
	Ampicillin	R	R	R	R	R	R		
	Carbenicillin	R	R	R	R	R	R		
	Cephalothin	R	R	R	R	R	R		
	Cefotaxime	R	R	S	R	R	R		
	Ciprofloxacin	S	S	S	S	S	S		
	Clindamycin	R	R	R	R	R	R		
	Gentamycin	R	R	S	R	S	R		
	Netilmicin	R	R	S	R	R	R		
	Nitrofurantoin	R	R	R	R	R	R		
	Norfloxacin	R	R	S	R	R	R		
	Trimethoprim/sulpha	R	R	R	R	R	R		
	<i>Staphylococcus</i> sp.	Ampicillin	R	R	R	R	R	R	R
Cephalothin		R	R	R	R	R	R	R	S
Cefotaxime		R	R	R	S	R	R	R	R
Ciprofloxacin		S	S	S	S	S	S	S	S
Clindamycin		R	R	R	R	R	R	R	R
Dicloxacillin		R	R	R	R	R	R	R	R
Erythromycin		R	R	R	R	R	R	R	S
Gentamycin		R	R	R	R	R	R	R	R
Penicillin		R	R	R	R	R	R	R	R
Tetracycline		R	R	R	R	R	R	R	R
Trimethoprim/sulpha	R	R	R	R	S	R	R	R	
Vancomycin	R	R	R	R	R	R	R	S	
<i>Candida</i> sp.		XX	X	X	XX	XX	XX	X	X

A total of 2 bacteria (*Pseudomonas* sp. and *Staphylococcus* sp.) and 1 fungus (*Candida* sp.) were identified in 8 turtles with UND. Among the bacterial isolates, *Staphylococcus* sp. was present in all samples and resistant to 4 antibiotics (ampicillin, clindamycin, dicloxacillin, and penicillin), whereas *Pseudomonas* sp. was present in 6 of 8 samples and resistant to 5 antibiotics. Furthermore, the

RESULTADOS

Durante los 3 eventos de arribada, 525 tortugas fueron examinadas en una franja de aproximadamente 200 m. De estas, 278 tortugas presentaron lesiones en el dorso del cuello (prevalencia del 52.9%). La severidad de las lesiones varió (Fig. 1): 41.4% ($n = 115$) fueron lesiones de nivel

bacteria were sensitive to other antibiotics (Table 1); however, ciprofloxacin was the only antibiotic with high inhibition of *Staphylococcus* sp. and *Pseudomonas* sp.

DISCUSSION

In this study, we report the first findings of UND in *L. olivacea* in a high-density nesting beach. Dermatitis has been documented in captive sea turtles (Wiles and Rand 1987, Glazebrook and Campbell 1990, Vega-Martínez et al. 2018) and in some free-ranging sea turtles (Santoro et al. 2007, Gamez-Vivaldo et al. 2009, Mazzarella et al. 2020). Particularly in Mexico, there is an isolated dermatitis report for *L. olivacea* in Colima (Gamez-Vivaldo et al. 2009).

Skin lesions in free-ranging turtles could be produced by epibionts such as *Ozobranchus* spp. (Santoro et al. 2007), net entanglement (Gamez-Vivaldo et al. 2009), and fights

1; 38.8% ($n = 108$), lesiones de nivel 2; 12.6% ($n = 35$), lesiones de nivel 3; 4.7% ($n = 13$), lesiones de nivel 4; y 2.5% ($n = 7$), lesiones de nivel 5. Cabe resaltar que no se observaron epibiontes o alguna marca residual sugerente de adhesión previa de epibiontes sobre las tortugas examinadas. El tamaño de las lesiones varió entre los distintos niveles. La longitud y el ancho promedio de las lesiones de nivel 1 fueron 6.5×3.5 cm; de nivel 2, 10.0×3.5 cm; de nivel 3, 3.0×3.0 cm y de nivel 4, 2.5×4.0 cm. Las lesiones de nivel 5 variaron en longitud.

Un total de 2 bacterias (*Pseudomonas* sp. y *Staphylococcus* sp.) y 1 hongo (*Candida* sp.) fueron identificados en 8 tortugas con DUN. De las bacterias aisladas, *Staphylococcus* sp. estuvo presente en todas las muestras y fue resistente a 4 antibióticos (ampicilina, clindamicina, dicloxacilina y penicilina), mientras que *Pseudomonas* sp. estuvo presente en 6 de las 8 muestras y presentó resistencia a

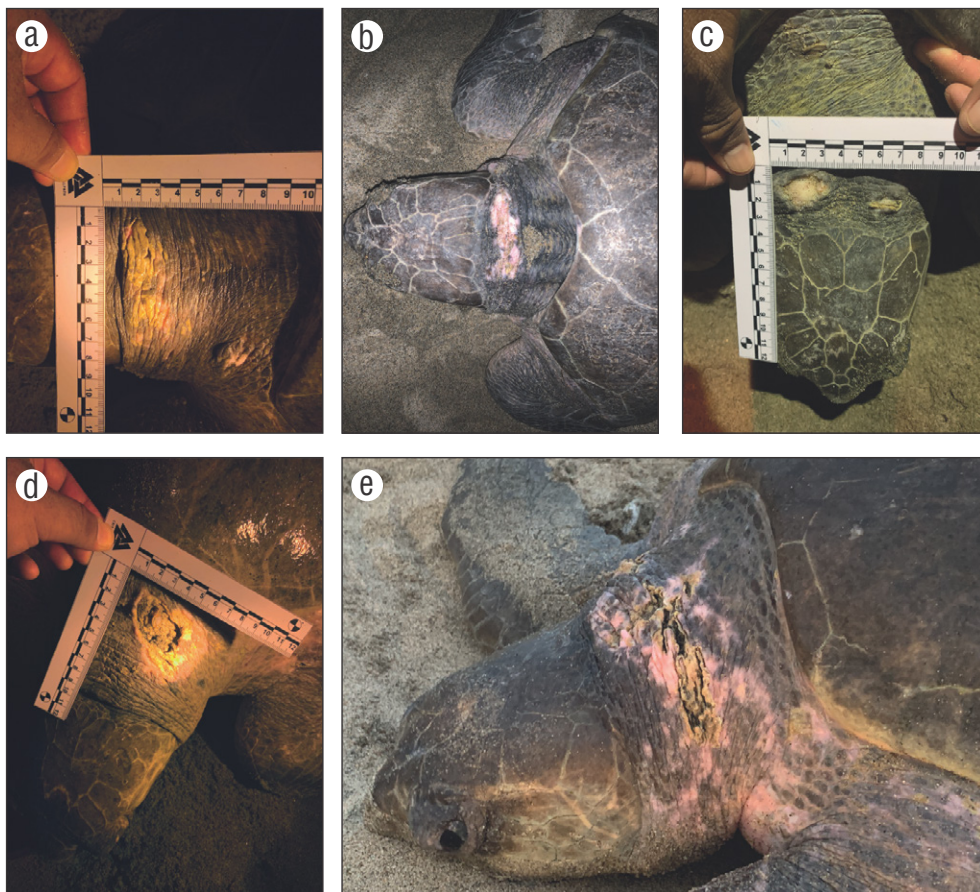


Figure 1. Skin injuries with gross pathological changes suggestive of ulcerative and necrotizing dermatitis on the necks of nesting turtles in La Escobilla, Oaxaca, Mexico. (a) Level 1 (discoloration), (b) level 2 (thickening), (c) level 3 (ulceration), (d) level 4 (necrosis), and (e) level 5 (mix).

Figura 1. Lesiones de la piel con cambios patológicos evidentes sugestivos de dermatitis ulcerativa y necrotizante sobre el cuello de tortugas anidantes en La Escobilla, Oaxaca, México. (a) Nivel 1 (decoloración), (b) nivel 2 (engrosamiento), (c) nivel 3 (ulceración), (d) nivel 4 (necrosis) y (e) nivel 5 (mixto).

among individuals in the breeding areas (Booth and Peters 1972, Peralta and Luna 2016), which likely open cutaneous portals of infections with the subsequent colonization of skin lesions by bacteria (Glazebrook and Campbell 1990).

The injuries observed on the necks of the turtles in La Escobilla Sanctuary may be due to 3 explanations. First, injuries could be related to mating behavior during the reproductive season. During this process, a male mounts a female, plastron to carapace, with the male using claws to grasp the female carapace (Booth and Peters 1972). Particularly during the arribada phenomenon, massive groups of individuals occur in front of the nesting beach, a situation that generates fighting among individuals in the breeding areas. A high density of individuals (arribadas) can incite bite traumas, and typical places of aggression are neck, head, and tail (Barragán 2002). Evidence of claw marks and bites has been observed on female carapaces during the nesting season (Booth and Peters 1972, Peralta and Luna 2016), and we do not rule out the possibility of bites in the female neck region, which may be associated with secondary infection of the skin (Boylan et al. 2017). Second, warm water temperatures and daily rain events on the Pacific coast of southern Mexico may contribute to favorable conditions for bacterial growth and poor water quality during the sea turtle nesting season. Some bacterial species and other microbes may be carried out to the sea by sources of pollution such as effluents and runoff (Santoro et al. 2006). However, routine bacterial monitoring of beaches and coastal waters have not been conducted in this region. As the turtles exhibited dermatitis while nesting, it is possible that they could have also encountered poor water quality at their foraging grounds or during migration (Mazzarella et al. 2020). Third, the reason only some animals get sick may be related to alterations of their immune system (Vega-Manríquez et al. 2018). Biotic and abiotic factors such as water temperature, the presence of microorganisms, and contamination can influence the immunity of animals under stress (Zimmerman et al. 2010); therefore, both the high number of turtles during an arribada and the process of reproduction could be stressful factors that can immunosuppress their systems. In addition, it has been hypothesized that exposure to algal toxins in a red tide may have sublethal effects on health and immune function (Perrault et al. 2017, 2020). Herrera-Galindo et al. (2015) reported several dead sea turtles on the coast of Oaxaca, Mexico, and after having performed the necropsies, they found salps and *Pyrodinium bahamense* in the stomach contents, which are related to red tides.

To our surprise, both bacterial isolates showed high resistance to most antibiotics tested, except ciprofloxacin, which generated the greatest inhibition of *Staphylococcus* sp. and *Pseudomonas* sp. We recommend initiating a continuous monitoring program to follow the occurrence of dermatitis in *L. olivacea* in subsequent years to better document prevalence and follow progression of skin injuries in more individuals. Furthermore, the addition of hematology and blood chemistry would provide more information about the health

of 5 antibiotics. Además, las bacterias fueron sensibles a otros antibióticos (Tabla 1). Sin embargo, la ciprofloxacina fue el único antibiótico que tuvo la mayor inhibición en contra de *Staphylococcus* sp. y *Pseudomonas* sp.

DISCUSIÓN

En este estudio reportamos los primeros hallazgos de la DUN sobre *L. olivacea* en una playa de anidación de alta densidad. La dermatitis ha sido documentada en especies de tortugas mantenidas en cautiverio (Wiles y Rand 1987, Glazebrook y Campbell 1990, Vega-Martínez et al. 2018) y en algunas tortugas de vida libre (Santoro et al. 2007, Gamez-Vivaldo et al. 2009, Mazzarella et al. 2020). Particularmente en México, existe un reporte aislado de dermatitis para *L. olivacea* en Colima (Gamez-Vivaldo et al. 2009).

Las lesiones de la piel en tortugas de vida libre podrían ser producidas por epibiontes tales como *Ozobranchus* spp. (Santoro et al. 2007), enmallamiento en redes de pesca (Gamez-Vivaldo et al. 2009) y peleas entre individuos en las áreas de reproducción (Booth y Peters 1972, Peralta y Luna 2016), lo que probablemente abre portales cutáneos de infecciones, con la subsecuente colonización de las lesiones de la piel por bacterias (Glazebrook y Campbell 1990).

Las lesiones observadas sobre el cuello de las tortugas en el Santuario La Escobilla pueden tener 3 posibles explicaciones. Primero, las lesiones podrían estar relacionadas con el comportamiento de apareamiento durante la temporada reproductiva. Durante este proceso, el macho monta a la hembra colocando su plastrón sobre el caparazón de la hembra y utiliza sus garras para sujetarse clavándolas en el margen del caparazón (Booth y Peters 1972). Particularmente durante el fenómeno de la arribada, grupos masivos de individuos se presentan frente a la playa de anidación, una situación que genera peleas entre los individuos en las áreas de reproducción. La alta densidad de los individuos (arribadas) puede ocasionar traumas por mordidas, y los lugares típicos de la agresión son el cuello, la cabeza y la cola (Barragán 2002). Evidencias de marcas de las garras y mordidas han sido observadas sobre los caparazones de las hembras durante la temporada de anidación (Booth y Peters 1972, Peralta y Luna 2016), y no descartamos la posibilidad de mordidas en la región del cuello de las hembras, lo cual puede estar asociado con la infección secundaria de la piel (Boylan et al. 2017). Segundo, las altas temperaturas del agua y los eventos de precipitación en la costa del pacífico del sur de México pueden favorecer las condiciones para el crecimiento bacteriano y la pobre calidad del agua durante la temporada de anidación de las tortugas marinas. Algunas especies de bacterias y otros microbios pueden ser llevados al mar por fuentes de contaminación, tales como los efluentes y la escorrentía (Santoro et al. 2006). Sin embargo, no se ha realizado el monitoreo bacteriano rutinario de las playas y las aguas costeras en esta región. Como las tortugas exhibieron la dermatitis durante

status of affected turtles beyond that evident from external examination and reproductive metrics.

ACKNOWLEDGMENTS

JGG, PSN, and MLRG thank the Sistema Nacional de Investigadores (SNI, Mexico) for the grant provided. We thank the Universidad Autónoma del Estado de México and its Division of Postgraduate Studies for the logistics and facilities provided. We thank Universidad del Mar for the facilities provided for project CUP: 2IR2104. In addition, special thanks go to AT Rosewicz for her revisions and suggestions, which improved the English version of this manuscript.

REFERENCES

- Barragán K. 2002. Enfermedades de reptiles y anfibios [Diseases of reptiles and amphibians]. Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre. 3(2):113.
- Blasi MF, Migliore L, Mattei D, Rotini A, Thaller MC, Alduina R. 2020. Antibiotic resistance of gram-negative bacteria from wild captured loggerhead sea turtles. *Antibiotics*. 9(4):162. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9040162>
- Booth J, Peters JA. 1972. Behavioral studies on the green turtle (*Chelonia mydas*) in the sea. *Anim Behav*. 20(4):808-812. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(72\)80155-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(72)80155-6)
- Boylan SM, Stacy BA, Wynken J. 2017. Integumentary system. In: Manire CA, Norton TM, Stacy BA, Innis CJ, Harms CA (eds.), *Sea turtle health and rehabilitation*. Florida (USA): J Ross Publishing. p. 243-264.
- [CLSI] Clinical and Laboratory Standards Institute. 2018. Performance Standard for Antimicrobial Susceptibility Testing. Clinical and Laboratory Institute (NCCLS). 15th Informational Supplement. [place unknown]: CLSI. CLSI/NCCLS document M100-S15.
- [CONANP] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2009. Estudio previo justificativo para establecer el área natural protegida en categoría de Santuario Playa de Escobilla, Santa María Tonameca, Oaxaca [Previous justification study to establish the natural protected area of Escobilla beach Sanctuary, Santa María Tonameca, Oaxaca]. Mexico: CONANP. 125 p.
- Dobbs K. 2001. *Marine Turtles in the Great Barrier Reef World Heritage Area: a compendium of information and basis for the development of policies and strategies for the conservation of marine turtles*. 1st ed. Tomnsville (Australia): Great Barrier Reef Marine Park Authority. 53 p.
- Duignan PJ, Stephens NS, Robb K. 2020. Fresh water skin disease in dolphins: a case definition based on pathology and environmental factors in Australia. *Sci Rep*. 10:21979. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78858-2>
- Gamez-Vivaldo S, García-Márquez LJ, Osorio-Sarabia D, Vázquez-García JL, Constantino-Casas F. 2009. Pathology in the olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) that arrived to the shores of Cuyutlán, Colima, Mexico. *Vet Mex*. 40(1):69-78.
- Glazebrook JS, Campbell RSF. 1990. A survey of the diseases of marine turtles in northern Australia. I. Farmed turtles. *Dis Aquat Org*. 9:83-95. <https://doi.org/10.3354/dao009083>
- Herrera-Galindo JE, Meraz-Hernando J, Buenrostro-Silva A, Karam-Martínez SG, Mendoza-Vázquez A, Alejo-Plata C. 2015. Las salpas (Thaliacea: Salpidae) como posibles vectores de saxitoxina entre dinoflagelados y tortugas marinas [Salps
- la anidación, es posible que también se hayan encontrado en zonas con agua de baja calidad en sus áreas de forrajeo o durante la migración (Mazzarella et al. 2020). Tercero, la razón por la que solo algunos animales se enferman puede estar relacionada con las alteraciones de su sistema inmunológico (Vega-Manríquez et al. 2018). Los factores bióticos y abióticos tales como las temperaturas del agua, la presencia de microorganismos y la contaminación pueden influir en la inmunidad de los individuos bajo estrés (Zimmerman et al. 2010); por tanto, el alto número de tortugas durante una arribada y los procesos de reproducción podrían ser factores estresantes y, consecuentemente, inmunodepresores de su sistema. Adicionalmente, se ha hipotetizado que la exposición a las toxinas de algas que causan la marea roja podrían tener efectos subletales sobre la salud y la función inmune (Perrault et al. 2017, 2020). Herrera-Galindo et al. (2015) reportaron diferentes tortugas marinas muertas sobre la costa de Oaxaca, México, y al realizar las necropsias, encontraron salpas y células de *Pyrodinium bahamense* en el contenido estomacal de las tortugas, los cuales están relacionados con la marea roja.
- Sorpresivamente, ambos aislamientos bacterianos mostraron una elevada resistencia a la mayoría de los antibióticos probados, excepto la ciprofloxacina, la cual generó la mayor inhibición en crecimientos de *Staphylococcus* sp. y *Pseudomonas* sp. Recomendamos iniciar un programa de monitoreo continuo para el seguimiento de la ocurrencia de la dermatitis en *L. olivacea* en los siguientes años, con el fin de documentar de mejor manera la prevalencia y el seguimiento de la progresión de las lesiones de la piel en más individuos. Además, la adición de análisis de química sanguínea y hematología podrían proporcionar mayor información acerca del estatus de la salud de las tortugas afectadas más allá de lo evidente por el examen externo y las métricas reproductivas.

AGRADECIMIENTOS

JGG, PSN y MLRG agradecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI, México) su apoyo. Agradecemos a la Universidad Autónoma del Estado de México y a su División de Estudios de Posgrado las instalaciones y la logística proporcionadas. A la Universidad del Mar agradecemos las facilidades proporcionadas al proyecto CUP: 2IR2104. En adición, nuestro especial agradecimiento a AT Rosewicz por sus revisiones y sugerencias, que ayudaron a mejorar la versión en inglés de este manuscrito.

Traducido al español por los autores.

- (Thaliacea: Salpidae) as possible vectors of saxitoxin between dinoflagellates and sea turtles]. *Ciencia y Mar.* 24:41-49.
- Köhler G. 2006. Diseases of amphibians and reptiles. Florida (USA): Krieger Publishing Company. 184 p.
- Maas AK. 2013. Vesicular, ulcerative, and necrotic dermatitis of Reptiles. *Vet Clin Exotic Anim.* 16(3):737-755.
<https://doi.org/10.1016/j.cvex.2013.05.007>
- Mazzarella KT, Stacy BA, Kabat LJ, Swanson HJ. 2020. Bacterial dermatitis affecting the carapace of nesting green turtles (*Chelonia mydas*). *Marine Turtle Newsletter.* 161:24-27.
- 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). *Dis Aquat Org.* 63(1):13-24.
<http://doi.org/10.3354/dao063013>
- Peralta E, Luna T. 2016. Tortuga golfina [Olive ridley turtle]. In: Gaona O, Barragán AR (eds.), *Las tortugas marinas en México: logros y perspectivas para su conservación* [Sea turtles in Mexico: achievements and prospects for conservation]. Ciudad de México (Mexico): [CONANP] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. p. 81-102.
- Perrault JR, Perkins CR, Ajemian MJ, Bresette MJ, Mott CR, Page-Karjian A. 2020. Harmful algal and cyanobacterial toxins in foraging green turtles (*Chelonia mydas*) in Florida's Big Bend. *Toxicon X.* 5:100020.
<https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2019.100020>
- Perrault JR, Stacy NI, Lehner AF, Mott CR, Hirsch S, Gorham JC, Buchweitz JP, Bresette MJ, Walsh CJ. 2017. Potential effects of brevetoxins and toxic elements on various health variables in Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles after a red tide bloom event. *Sci Total Environ.* 605-606:967-979.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.149>
- Santoro M, Hernández G, Caballero M, García F. 2006. Aerobic bacterial flora of nesting green turtles (*Chelonia mydas*) from Tortuguero National Park, Costa Rica. *J Zool Wildlife Med.* 37(4):549-552.
<https://doi.org/10.1638/05-118.1>
- Santoro M, Morales JA, Rodríguez-Ortíz B. 2007. Spirorchidiosis (Digenea: Spirorchidae) and lesions associated with parasites in Caribbean green turtles (*Chelonia mydas*). *Vet Rec.* 161(14):482-486.
<https://doi.org/10.1136/vr.161.14.482>
- Vega-Manriquez DX, Dávila-Arrellano RP, Eslava-Campos CA, Salazar-Jiménez E, Negrete-Philippe AC, Raigoza-Figueiras R, Muñoz-Tenería FA. 2018. Identification of bacteria present in ulcerative stomatitis lesions of captive sea turtles *Chelonia mydas*. *Vet Res Commun.* 42(3):251-254.
<https://doi.org/10.1007/s11259-018-9728-y>
- Wiles M, Rand TG. 1987. Integumental ulcerative disease in a loggerhead turtle *Caretta caretta* at the Bermuda Aquarium: microbiology and histopathology. *Dis Aquat Org.* 3:85-90.
<https://doi.org/10.3354/dao003085>
- Yager JA, Wilcock BP. 1994. *Color Atlas and Text Surgical Pathology of the Dog and Cat: Dermatopathology and skin tumors.* London (UK): Mosby-Yearbook Press. p. 407-410.
- Zimmerman LM, Paitz RT, Vogel LA, Bowden RM. 2010. Variation in the seasonal patterns of innate and adaptive immunity in the red-eared slider (*Trachemys scripta*). *J Exp Biol.* 213(9):1477-1483.
<https://doi.org/10.1242/jeb.037770>