

Diatomeas epizooicas en hembras de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en estadio de desove en Playa Ventura, Guerrero, México

Epizoic diatoms on female olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in spawning state at Playa Ventura, Guerrero, Mexico

Pedro Fabián Carrasco Leandro¹, Migdalia Díaz-Vargas^{2*}, César Daniel Jiménez Piedragil², Judith García-Rodríguez², Alejandro García Flores², Elsay Arce Uribe² y Yirrael Muñiz Corona¹.

¹Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. CP. 62209.

²*Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. CP. 62209. Teléfonos 777 316 2354 y 777 329 7029. Correo: migdalia@uaem.mx

*Autor de correspondencia

Resumen

Las tortugas marinas pueden ser un nicho para organismos de menor tamaño denominados epibiontes o huéspedes que no causan ningún daño a sus hospederos. El objetivo de este estudio fue identificar las diatomeas que habitan sobre el caparazón de hembras de la tortuga *Lepidochelys olivacea* durante la temporada de desove 2015-2016 en Playa Ventura, Guerrero, México. Se muestrearon un total de 46 tortugas golfinas, registrándose 20 especies y 17 géneros de diatomeas. Los géneros con mayor número de especies fueron *Gomphonema* (tres especies) y *Cocconeis* (dos especies). Los resultados indican que la adquisición y proliferación de las diatomeas no están relacionadas directamente al comportamiento de las tortugas en general; sin embargo, la comunidad de tortugas que arriba a estas playas podría presentar hábitos similares que propicien el establecimiento de estas diatomeas.

Palabras clave: Diatomeas; epizooicas; tortuga golfina.

Abstract

Sea turtles can be a place of settlement for smaller organisms called epibionts, which are harmless guests with a unique relationship. The objective of this study was to identify the diatoms that inhabit the shell of female turtles (*Lepidochelys olivacea*) during the nesting season 2015-2016 in Playa Ventura, Guerrero, Mexico. A total of 46 female olive ridley sea turtles were sampled from October to January, registering 20 species and 17 genus of diatoms. The genus with the highest number of species were *Gomphonema* (three species) and *Cocconeis* (two species). The results indicate that the acquisition and proliferation of diatoms are not directly related to the behavior of the turtles, but rather to each single turtle and their habits.

Keywords: Diatoms; epizoic; olive ridley sea turtle.

Recibido: 10 de noviembre de 2020

Aceptado: 28 de junio de 2021

Publicado: 25 de agosto de 2021

Como citar: Carrasco Leandro, P. F., Díaz-Vargas, M., Jiménez Piedragil, C. D., García-Rodríguez, J., García Flores, A., Arce Uribe E., & Muñiz Corona, Y. (2021). Diatomeas epizooicas en hembras de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en estadio de desove en Playa Ventura, Guerrero, México. *Acta Universitaria* 31, e3058. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2021.3058>

Introducción

La clase *Reptilia* en la República Mexicana cuenta con un total de 1292 especies dispuestas en seis órdenes (anura, caudata, gymnophiona, crocodylia, squamata y testudines). El orden testudines cuenta con un registro de 50 especies de tortugas, de las cuales siete especies son marinas, siendo una de ellas *Lepidochelys olivacea* (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014; Johnson *et al.*, 2017). Las tortugas marinas son organismos de hábitos pelágicos que presentan en muchas ocasiones asociaciones simbióticas con otros seres vivos que se hospedan de manera parásita o epizoica en sus caparazones, ejemplo de ello son los cirripedios, sanguijuelas y anfípodos (Alonso, 2007; Gámez *et al.*, 2006; Lara & Mota, 2014). Por otra parte, organismos de menor tamaño, como las microalgas, también pueden adherirse a estas estructuras, pero sin ocasionar ningún daño. En las últimas décadas, los estudios relacionados con este tipo de relaciones simbióticas, particularmente con microalgas epibiontes, se han desarrollado en distintas partes del mundo, destacando principalmente los primeros registros, observaciones y revisiones de investigaciones previas, así como aspectos de distribución y estructura de comunidades algales; ya sea sobre organismos animales o vegetales en distintos hábitats tanto marinos como costeros, y más recientemente sobre análisis bioquímicos de biopelículas en animales marinos (Argumedo & Siqueiros, 2008; Cupul-Magaña & Cortés-Lara, 2005; Gárate-Lizarraga & Muñetón-Gómez, 2009; Hernández-Vázquez & Valadez-González, 1998; Lazo-Wasem *et al.*, 2011; López-Fuente & Siqueiros-Beltrones, 2006; Rivera *et al.*, 2018; Violante-Huerta, 2018; Violante-Huerta *et al.*, 2017). Con la finalidad de contribuir al conocimiento de la diversidad microalgal epibionte, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la composición de las diatomeas epizoicas en hembras de la especie *Lepidochelys olivacea* durante un periodo de anidación en la localidad de Playa Ventura, Copala, Guerrero.

Material y Métodos

La comunidad Juan Nepomuceno Álvarez (16° 32' N; 98° 54' O), mejor conocida como Playa Ventura, se ubica en la Sierra Madre del Sur, en el municipio de Copala, dentro de la región denominada Costa Chica de Guerrero, México, a una altitud de 10 m.s.n.m. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010). El trabajo de campo se combinó con las actividades de recolección de huevos de tortuga del Centro Tortuguero "Los Quelonios" de octubre de 2015 a enero de 2016. *Lepidochelys olivacea* anida durante todo el año, aunque lo hace con mayor frecuencia de julio a octubre. Las muestras fueron recolectadas realizando patrullajes a pie con el fin de encontrar tortugas desovando. Los recorridos fueron nocturnos en un transecto de 12 km, en un horario de 21:00 a 4:00 horas (Eckert *et al.*, 2000). Las muestras biológicas se obtuvieron raspando el caparazón de 46 individuos con ayuda de una espátula, tomando en cuenta cuatro áreas de 10 cm de diámetro en cada uno de los costados del caparazón. Los raspados se hicieron entre el segundo y tercer escudo lateral y entre el sexto y séptimo escudo lateral en ambos lados (figura 1). Las muestras se depositaron en frascos de vidrio de 60 ml con agua destilada y 10 ml de formol al 4% (García-Rodríguez *et al.*, 2003). En el laboratorio se realizó la técnica de oxidación ácida para la limpieza de diatomeas propuesta por Johansen *et al.* (1983) y Lara *et al.* (1996), para después realizar el montaje en resina Naphrax. Para la observación de las diatomeas se utilizó un microscopio compuesto de campo claro Leica DM500, y para el registro de las especies se empleó una cámara ICC50 HD. La identificación taxonómica se llevó a cabo con la consulta de claves especializadas (Guiry-Guiry & Guiry, 2020; Novelo *et al.*, 2007; Segura-García, 2011; Segura-García *et al.*, 2012; Spaulding & Edlund, 2008). La prevalencia (P) se calculó siguiendo la metodología descrita por Bush *et al.* (1997), que consiste en calcular el número de individuos de una especie encontrados en el total de la población registrada, es decir, el número de hospederos con diatomeas de una especie dividido entre el número de hospederos examinados expresada en porcentaje.



Figura 1. Área para la toma de material biológico sobre el caparazón de las tortugas Fuente: Elaboración propia.

Resultados

De las 46 tortugas de las que se tomaron muestras, en 30 de ellas se encontró material biológico. Noviembre fue el mes con mayor cantidad de tortugas (17 individuos de un total de 21 revisados) encontradas con presencia de microalgas epizoicas. En diciembre, 11 ejemplares de tortuga de los 16 totales presentaron diatomeas. En enero, dos tortugas de un total de seis presentaron microalgas. Finalmente, en octubre, se muestrearon tres tortugas en total, pero en ninguna de ellas se observaron microalgas epizoicas (tabla 1). Un total de 17 géneros y 20 especies de diatomeas fueron identificados sobre los caparazones de *Lepidochelys olivacea*. En las muestras recolectadas en el mes de noviembre se identificaron 14 especies, en diciembre se reconocieron 10 especies y en enero 11 (tabla 2). Cinco especies de diatomeas estuvieron presentes en los tres meses de muestreo (*Halamphora* sp., *Gomphonema mexicanum*, *Pinnularia* cf. *brebissonii*, *Planotidium lanceolatum* y *Tabellaria flocculosa*), cinco especies se encontraron en solo dos meses (*Cocconeis lineata*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema* sp., *Hantzschia amphioxys*, *Rhoicosphenia abbreviata*) y 10 especies se presentaron únicamente en uno de los meses de muestreo (*Achnanthes lanceolatum*, *Alveus marinus*, *Cocconeis placentula*, *Delphineis* sp., *Coscinodiscus* sp., *Diploneis splendida*, *Nitzschia amphibia*, *Pseudothrauxia polonica*, *Rhopalodia gibba*, *Ulnaria* sp.) (figura 2 y 3). El mayor número de especies reconocidas pertenecen a los géneros *Gomphonema* (tres especies) y *Cocconeis* (dos especies). Los 15 géneros restantes estuvieron representados por una especie. Las diatomeas que tuvieron mayor prevalencia fueron *Planotidium lanceolatum* (35%), *Gomphonema mexicanum* (20%), *Pinnularia* cf. *brebissonii* (20%), *Hantzschia amphioxys* (15%) y *Tabellaria frocculosa* (15%). El resto osciló entre el 13% y 2% (tabla 3).

Tabla 1. Presencia de diatomeas epizoicas en *Lepidochelys olivacea*.

	Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Total	
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Total de arribazón	Con Diatomeas	Total arribazón	Con Diatomeas	Total arribazón	Con diatomeas	Arribazón	Con diatomeas	Arribazón	Con diatomeas
	3	0	21	17	16	11	6	2	46	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Especies de diatomeas epizoicas presentes en *Lepidochelys olivacea*.

Especie	Mes				Ambiente	Forma de vida
	Oct	Nov	Dic	Ene		
<i>Achnanthis lanceolatum</i>		X			Agua dulce	Plantónica Béntica
<i>Alveus marinus</i>				X	Marina	Béntica
<i>Cocconeis lineata</i>		X		X	Agua dulce	Plantónica Epilítica
<i>Cocconeis placentula</i>		X			Agua dulce	Plantónica Epilítica
<i>Delphineis</i> sp.				X	Marina	Béntica
<i>Coscinodiscus</i> sp.				X	Marina	Plantónica
<i>Diploneis splendida</i>				X	Marina	Béntica
<i>Gomphonema</i> sp.			X	X	Agua dulce	Plantónica Epilítica Epífita Béntica
<i>Gomphonema gracile</i>		X	X		Agua dulce	Plantónica Epilítica Epífita Béntica
<i>Gomphonema mexicanum</i>		X	X	X	Agua dulce	Epilítica
<i>Halamphora</i> sp.		X	X	X	Agua dulce Salobre Marina	Plantónica Epilítica Béntica
<i>Nitzschia amphibia</i>		X			Agua dulce	Plantónica Epilítica
<i>Hantzschia amphioxys</i>		X	X		Agua dulce	Plantónica Epilítica Epífita
<i>Pinnularia</i> cf. <i>brebissonii</i>		X	X	X	Agua dulce	Béntica Epífita
<i>Planothidium lanceolatum</i>		X	X	X	Agua dulce	Epilítica Epífita
<i>Pseudostratosira polonica</i>		X			Agua dulce	Plantónica Epilítica
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		X	X		Agua dulce Salobre	Plantónica Epilítica
<i>Rhopalodia gibba</i>		X			Agua dulce	Epilítica
<i>Tabellaria flocculosa</i>		X	X	X	Agua dulce	Plantónica Epilítica Epífita
<i>Ulnaria</i> sp.			X		Agua dulce	Plantónica Epilítica

Fuente: Elaboración propia.

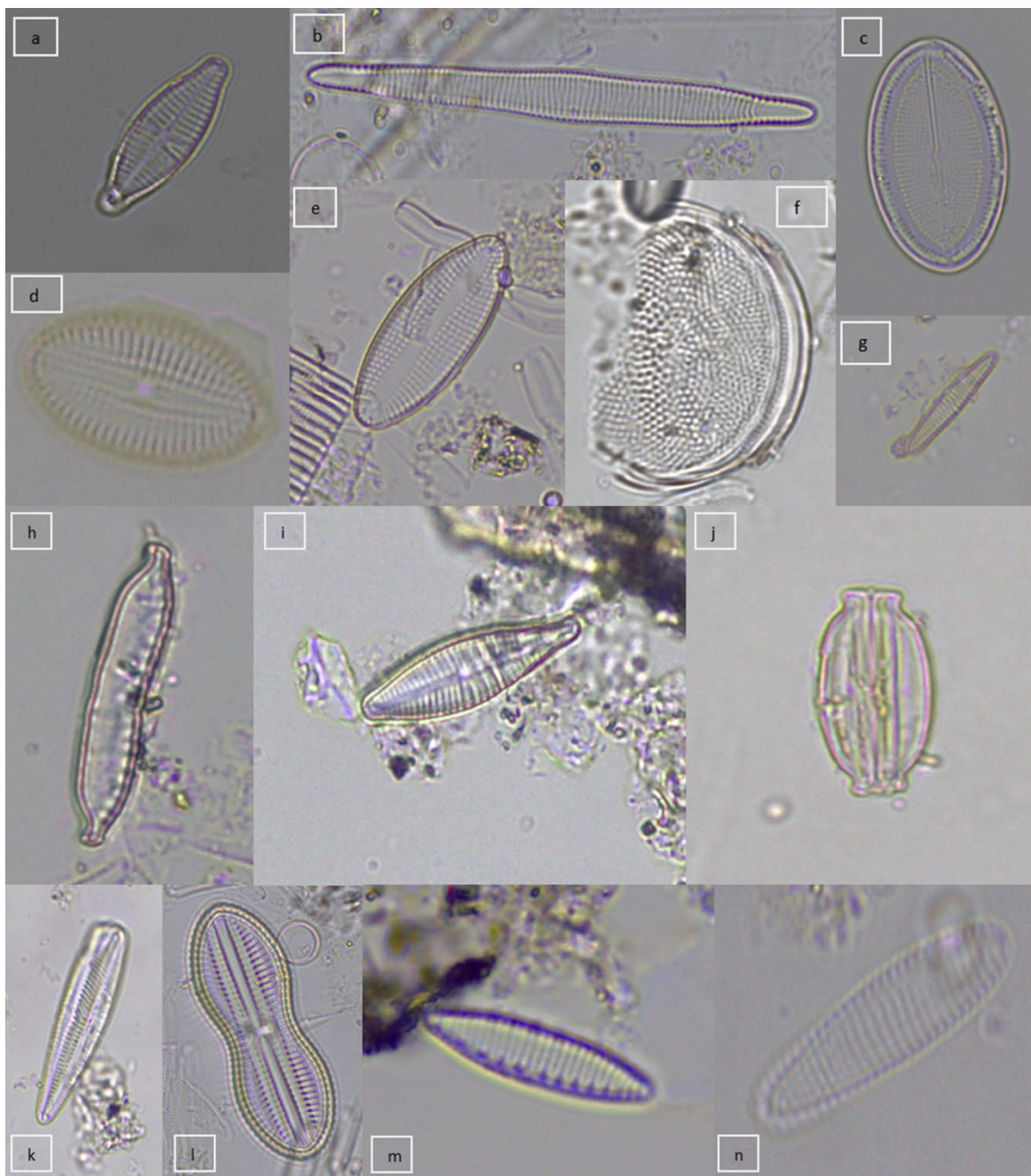


Figura 2. Diatomeas epizooicas reconocidas: a) *Achnanthisdium lanceolatum*, b) *Alveus marinus*, c) *Cocconeis lineata*, d) *Cocconeis placentula*, e) *Delphineis* sp., f) *Coscinodiscus* sp., g) *Gomphonema gracile*, h) *Hantzschia amphioxys*, i) *Gomphonema mexicanum*, j) *Halamphora* sp., k) *Gomphonema* sp., l) *Diploneis splendida*, m) *Nitzschia amphibia*, n) *Rhoicosphenia abbreviata*.
Fuente: Elaboración propia.

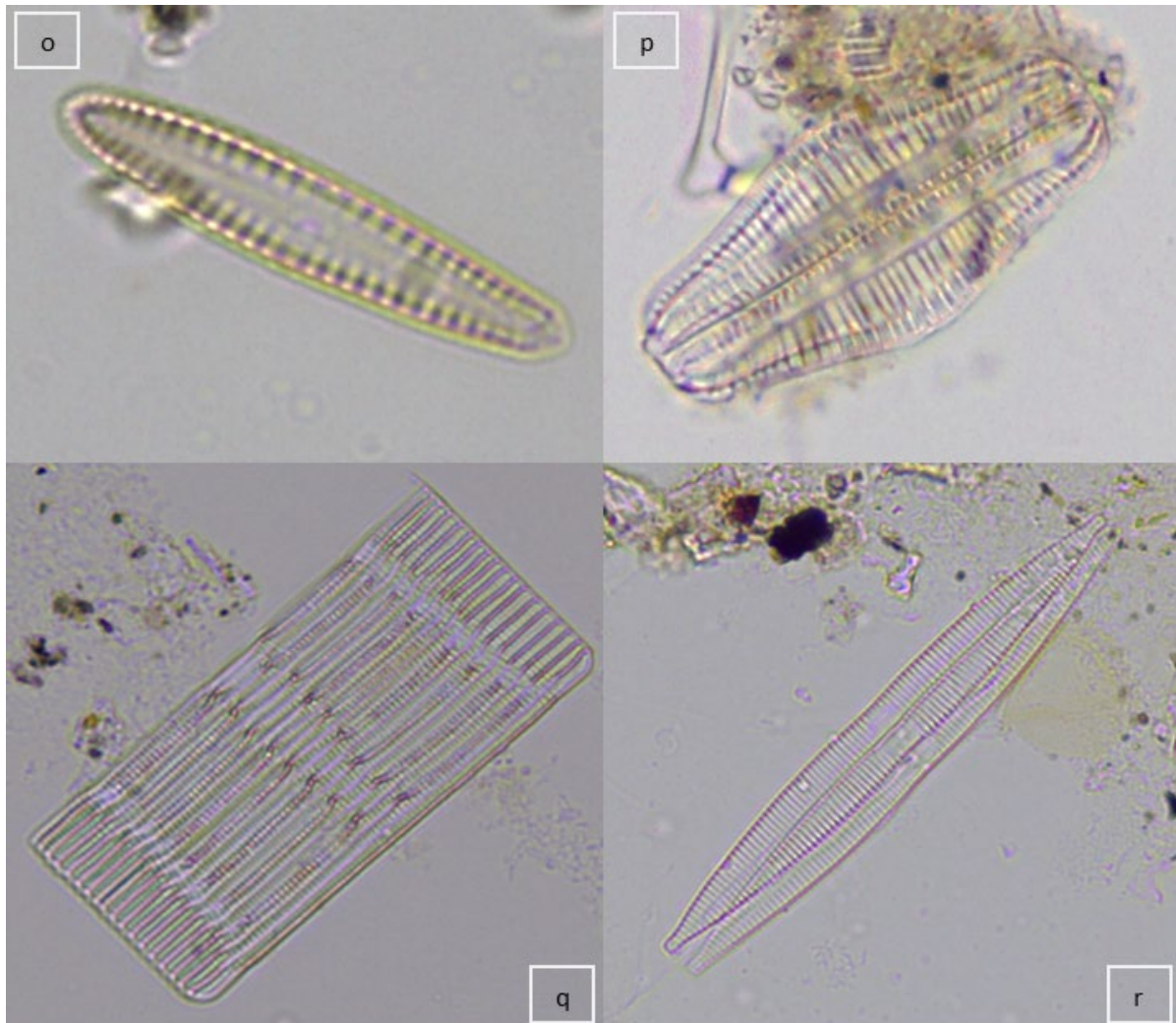


Figura 3. Diatomeas epizooicas reconocidas (continuación): o) *Pseudostaurosira polonica*, p) *Rhopalodia gibba*, q) *Tabellaria flocculosa*, r) *Ulnaria* sp.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Prevalencia de diatomeas en *Lepidochelys olivacea*.

Diatomeas	Prevalencia (%)
<i>Planothidium lanceolatum</i>	35
<i>Gomphonema mexicanum</i>	20
<i>Pinnularia cf. brebissonii</i>	20
<i>Hantzschia amphioxys</i>	15
<i>Tabellaria frocculosa</i>	15
<i>Halamphora</i> sp.	13
<i>Cocconeis lineata</i>	7
<i>Gomphonema</i> sp.	7
<i>Gomphonema gracile</i>	7
<i>Nitzschia amphibia</i>	4
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	4
<i>Achnantheidium lanceolatum</i>	2
<i>Alveus marinus</i>	2
<i>Cocconeis placentula</i>	2
<i>Delphineis</i> sp.	2
<i>Coscinodiscus</i> sp.	2
<i>Diploneis splendida</i>	2
<i>Pseurostausira polonica</i>	2
<i>Rhopalodia gibba</i>	2
<i>Ulnaria</i> sp.	2

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Estudios realizados con distintas especies de tortugas de agua dulce nativas de la región neotropical indican la presencia de diatomeas como uno de los grupos más diversos y con mayor prevalencia sobre los caparazones de estos reptiles, además sugieren que la rugosidad del caparazón junto al estado de sucesión y la capacidad de adherencia puede explicar esta composición diatomológica. Las características morfológicas de las diatomeas pennadas facilitan la adherencia a distintos sustratos debido al mucilago (lipoproteínas) que generan, además de que se han reportado con una amplia distribución y frecuentes tanto en ambientes eutróficos como oligotróficos (Donato-Rondón *et al.*, 2018; Valdivia, 2019).

Algunos géneros reportados en el presente estudio, como *Cocconeis*, han sido descritos como un taxon con afinidad por aguas limpias a moderadamente enriquecidas. Por ejemplo, se ha descrito a *Cocconeis neothumensis* var. *marina* como epizoica de la tortuga golfina en playa Ostional, Costa Rica (Majewska *et al.*, 2015). Este género también ha sido reportado como epifito de *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga) y como bentónico en Dzilam de Bravo en la Península de Yucatán (Hernández, 2012; Hernández-Almeida *et al.*, 2013). Adicionalmente, se ha reportado en los sedimentos adyacentes al manglar de la Zona de Canales perteneciente al Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, en Baja California (López-Fuente & Siqueiros-Beltrones, 2006). Por lo tanto, *Cocconeis* se considera como un género ampliamente adaptable a distintas formas de vida; ya sea sobre plantas, animales o sustratos. Sin embargo, no es particular del género, sino del grupo de diatomeas en general, ya que los reportes de algunas

investigaciones indican que el monitoreo de estos organismos microscópicos no ha sido del todo documentado, y eso ha limitado conocer con certeza la distribución que presentan y los hábitats que ocupan (Denys & de Smet, 2010). Por otra parte, géneros como *Pinnularia* y *Nitzschia* han sido reportados en condiciones ambientales de alta carga orgánica, así como en ambientes de agua salobre, ricos en nutrientes y baja concentración de oxígeno, situación que refuerza que las condiciones ambientales a las que se adaptan estas microalgas responden a un gran número de hábitats. Esta capacidad de adaptación y distribución de las diatomeas se relaciona con los hábitos de *Lepidochelys olivacea*, ya que durante los meses de anidación se acerca a las desembocaduras de ríos o incluso puede llegar a alcanzar las lagunas costeras que se encuentran próximas a su zona de desove, lo que propicia una oportunidad de contacto para que estas microalgas se establezcan sobre los caparazones de algunas tortugas (Cupul-Magaña & Cortés-Lara, 2005; Gómez *et al.*, 2001; Hernández, 2012; Liria-Loza, 2011; Majewska *et al.*, 2015; Novelo, 2012).

En este sentido, la capacidad de adherencia de las diatomeas a distintos sustratos puede explicar su presencia sobre estos reptiles, ya que al estar en contacto con *Lepidochelys olivacea* encuentran un sustrato adecuado para su establecimiento, fijándose a ellos cuando realizan actividades de alimentación o descanso sobre el lecho marino (Majewska *et al.*, 2015).

Existen diferentes tipos de relaciones simbióticas en la naturaleza en las que el empleo de ciertas herramientas puede brindar información relevante. Una de las pruebas más utilizadas en trabajos en donde se determina la relación parasito-hospedero es la prevalencia, ya que los hospederos presentan varios atributos que pueden determinar que se presente algún tipo de relación con otra especie. Algunos de esos atributos pueden ser sus hábitos de alimentación, patrones de conducta, desplazamiento diario y áreas de distribución. Desde el punto de vista del individuo, puede influir la edad, sexo y tamaño corporal (Poulin & Morand, 2004; Sánchez-Serrano & Cásaes-Martínez, 2011). La prevalencia es una medida sencilla de presencia/ausencia de especies de epibiontes en una muestra de hospederos expresada en porcentaje, que indica el grado de relación que tiene una especie con otra (Bush *et al.*, 1997). Los resultados del análisis de prevalencia indican que las especies de diatomeas con mayor porcentaje están mejor adaptadas morfológicamente para adherirse a distintos tipos de sustratos, pues son consideradas como epilíticas, mientras que las de menor prevalencia pueden presentar hábitos bentónicos en ambientes salobres como *Rhopalodia gibba* o simplemente presentar abundancias bajas en la mayoría de los ecosistemas en donde se han reportado, como puede ser el caso del género *Ulnaria*. La diversidad algal registrada en el presente trabajo nos indica que los caparazones de estas tortugas ofrecen condiciones adecuadas para su establecimiento y que su presencia no necesariamente está influenciada por condiciones abióticas o climáticas (Arevalo, 2018; Novelo, 2012; Rivera, *et al.*, 2018; Segura-García *et al.*, 2012).

Un aspecto poco considerado, pero que es relevante para explicar cómo es que se establecen estos epibiontes sobre las tortugas, es la iluminación artificial; la mayoría de las playas donde las tortugas anidan presentan asentamientos humanos, lo que implica que exista este tipo de iluminación durante las noches. Esta situación hace que las tortugas que llegan a desovar en las playas puedan sufrir desorientación, retrasando su regreso al mar. En los meses de muestreo se detectó la desorientación de las hembras que podría deberse a la iluminación artificial. Las tortugas golfinas que anidaron cerca de casas con iluminación artificial no regresaban al mar inmediatamente tras el desove, sino que avanzaban hacia la fuente de luz. En este sentido, Deem *et al.* (2007) y Rondón *et al.* (2009) reportaron que tortugas laúd sufrieron cierta desorientación por este factor, lo que hizo que presentaran cambios en su comportamiento de anidación. Esta situación también puede influir en el establecimiento de las diatomeas como epibiontes, considerando que las tortugas al desorientarse llegan a la laguna costera en lugar de llegar al mar, por lo que probablemente permanezcan el tiempo suficiente en este lugar para que las algas se adhieran y posteriormente se establezcan por los beneficios que el caparazón de las tortugas les brinda.

Conclusiones

El caparazón de las tortugas golfinas *Lepidochelys olivacea* presenta las condiciones adecuadas para que las diatomeas se establezcan, ya que sus hábitos de alimentación y desplazamiento influyen directa o indirectamente para que estas algas se adhieran.

Los lugares de alimentación y anidación de *Lepidochelys olivacea* son un factor importante en el establecimiento de las microalgas, debido a que se han encontrado especies de diatomeas de distribución tanto salobre como dulceacuícola, lo cual sugiere que las tortugas tienden a alimentarse en zonas con pastos marinos donde las diatomeas se adhieren a sus cuerpos o permanecen cerca de los lugares donde las aguas continentales llegan al mar en el proceso de desove. Para las diatomeas es más fácil establecerse sobre las tortugas debido a su forma de vida perifítica y a las estructuras que desarrollan para adherirse a los sustratos como son los cojines o pedículos mucilaginosos.

La escasa presencia de diatomeas centrales puede deberse a su forma de vida holoplanctónica o meroplanctónica, por lo que se considera que las tres especies registradas estuvieron de manera incidental.

Las especies de diatomeas reportadas en este trabajo son un nuevo registro de organismos epibiontes de la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*, ya que ninguna ha sido reportada por otros autores.

Trabajos de este tipo generan información relevante sobre la diversidad biológica de las microalgas y su relación con otros organismos.

Referencias

- Alonso, L. (2007). *Epibiontes asociados a la tortuga verde juvenil (Chelonia mydas) en el área de alimentación y desarrollo de Cerro Verde, Uruguay* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. http://www.seaturtle.org/PDF/AlonsoL_2007_Thesis.pdf
- Arevalo, P. N. (2018). *Diatomeas epifíticas como bioindicadoras de eutrofización en la microcuenca del río "Guano", provincia de Chimborazo* (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Universidad Internacional SEK, Ecuador. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2886/2/TESIS%20DIATOMEAS%20RIO%20GUANO%20FINAL.pdf>
- Argumedo, U., & Siqueiros, D. A. (2008). Cambios en la estructura de la asociación de diatomeas Epifitas de *Macrocystis pirifera* (L.) C. Ag. *Acta Botánica Mexicana*, (82), 43-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2585169>
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al* revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 573-583. <https://parasitology.msi.ucsb.edu/publications/parasitology-meets-ecology-its-own-terms-margolis-et-al-revisited>
- Cupul-Magaña, F. G., & Cortés-Lara, M. C. (2005). Primer registro de epibiontes en ejemplares juveniles de *Crocodylus acutus* en el medio silvestre. *Revista Caldasia*, 27(1), 147-149. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39319>
- Deem, S. L., Boussamba, F., Nguema, A. Z., Sounguet, G., Bourgeois, S., Cianciolo, J., & Formia, A. (2007). Artificial lights as a significant cause of morbidity of leatherback sea turtles in Pongara National Park, Gabon. *Marine Turtle Newsletter*, 116, 15-17. <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn116/mtn116p15.shtml>
- Denys, L., & De Smet, W. H. (2010). *Epipellis oiketic* (Bacillariophyta) on harbor porpoises from the North Sea channel (Belgium). *Polish Botanical Journal*, 55(1), 175-182. https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/1271928/Denys_DeSmet_2010_PolishBotJ.pdf

- Donato-Rondón, J. C., González-Trujillo, J. D., Romero, B., & Castro-Rebolledo, M. I. (2018). Diatom assemblages associated with turtle carapaces in the Neotropical region. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1362-1372. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.31396>
- Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (2000). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1999-076-Es.pdf>
- Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 467-475. https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Flores-Villela/publication/272878046_Biodiversidad_de_reptiles_en_Mexico/links/552bc25e0cf21acb091e6ac8/Biodiversidad-de-reptiles-en-Mexico.pdf
- Gómez, S., Osorio, D., Peñaflores, C., García, A., & Ramírez, J. (2006). Identificación de parásitos y epibiontes de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) que arribó a playas de Michoacán y Oaxaca, México. *Veterinaria México*, 37(4), 431-440. <https://www.redalyc.org/pdf/423/42337403.pdf>
- Gárate-Lizárraga, I., & Muñetón-Gómez, M. S. (2009). Primer registro de la diatomea epibionte *Pseudohimantidium pacificum* y de otras asociaciones simbióticas en el Golfo de California. *Acta Botánica Mexicana*, (88), 31-45. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512009000300003
- García-Rodríguez, J., Molina-Astudillo, F. I., Quiroz, H., & Trejo, R. (2003). Especies del fitoplancton presentes en el lago Tonatiahua, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 13(2), 53-66. <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/270/248>
- Gómez, L., Larduet, Y., & Abrahantes, N. (2001). Contaminación y biodiversidad en ecosistemas acuáticos. El fitoplancton de la Bahía de Santiago de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 22(3), 191-197. https://www.researchgate.net/publication/237494417_CONTAMINACION_Y_BIODIVERSIDAD_EN_ECO_SISTEMAS_ACUATICOS_EL_FITOPLANCTON_DE_LA_BAHIA_DE_SANTIAGO_DE_CUBA
- Guiry-Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2020). AlgaeBase [Publicación electrónica mundial, Universidad Nacional de Irlanda, Galway]. <http://www.algaebase.org>
- Hernández, S. (2012). Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando Fitobentos (Diatomeas). *Revista Universidad y Ciencia*, 6(9), 20-23. doi: <https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1952>
- Hernández-Almeida, O. U., Herrera-Silveira, J. A., & Merino-Virgilio, F. (2013). Nueve nuevos registros de diatomeas bentónicas de los géneros *Climaconeis*, *Cocconeis*, *Licmophora*, *Talaroneis*, *Oestrupia*, *Petroneis* y *Synedrosphenia* en la Costa Norte de la Península de Yucatán, México. *Hidrobiología*, 23(2), 154-168. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972013000200004
- Hernández-Vázquez, S., & Valadez-González, C. (1998). Observaciones de los epizoarios encontrados sobre la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en La Gloria, Jalisco, México. *Ciencias Marinas*, 24(1), 119-125. doi: <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v24i1.733>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Anuario estadístico del Estado de Guerrero 2010*. INEGI. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825201364/702825201364_1.pdf
- Johansen, J. R., Rushforth, S. R., Orbendorfer, R., Fungladda, N., & Grimes, J. A. (1983). The algal flora of selected wet walls in Zion National Park, Utah, USA. *Nova Hedwigia*, 38, 765-808.
- Johnson, J. D., Wilson, L. D., Mata-Silva, V., García-Padilla, E., & DeSantis, D. L. (2017). The endemic herpetofauna of Mexico: Organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology*, 4(3), 544-620. http://www.mesoamericanherpetology.com/uploads/3/4/7/9/34798824/johnson_et_al_paper_september_2017.pdf
- Lara, U. M. M., & Mota, R. C. (2014). Flora y fauna epibionte. Las tortugas marinas cargando un mundo. *Bioma*, 3(25):42-48. <https://edicionbioma.files.wordpress.com/2020/04/flora-y-fauna-epibionte.pdf>
- Lara, M. A., Moreno, J. L., & Amaro, E. J. (1996). *Fitoplancton. Conceptos básicos y técnicas de laboratorio*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. <https://www.worldcat.org/title/fitoplancton-conceptos-basicos-y-tecnicas-de-laboratorio/oclc/45710350>
- Lazo-Wasem, E. A., Pinou, T., Peña, A., & Feuerstein, A. (2011). Epibionts associated with the nesting marine turtles *Lepidochelys olivacea* and *Chelonia mydas* in Jalisco, Mexico: A review and field guide. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 52(2), 221-240. doi: <https://doi.org/10.3374/014.052.0203>

- Liria-Loza A. (2011). *Ecosistemas errantes: Epibiontes como indicadores biogeográficos de tortugas marinas en Canarias* (Tesis Doctoral). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España. <http://hdl.handle.net/10553/6590>
- López-Fuerte, F. O., & Siqueiros-Beltrones, D. A. (2006). Distribución y estructura de comunidades de diatomeas en sedimentos de un sistema de manglar. *Hidrobiológica*, 16(1), 23-33. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972006000100003
- Majewska, R., Santoro, M., Bolaños, F., Chaves, G., & De Stefano, M. (2015). Diatoms and other epibionts associated with olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles from the Pacific Coast of Costa Rica. *PLoS ONE*, 10(6), e0130351. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130351>
- Novelo, E. (2012). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 102. Bacillariophyta Hustedt*. Departamento de Botánica, Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/2013/F102_Bac.pdf
- Novelo, E., Tavera, R., & Ibarra, C. (2007). *Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico*. Gebrüder Borntraeger. <http://repositorio.fcien.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/141484/2007.%20Novelo%20C%20E.%20-%20Libro%20-%20Bacillariophyceae.pdf?sequence=3>
- Poulin, R., & Morand, S. (2004). *Parasite biodiversity*. Smithsonian Institution Books. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=RK9qBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Poulin,+R.+%26+Morand,+S.+\(2004\).+Parasite+biodiversity.+Washington,+D.C.+Smithsonian+Institution+Books.+216+p.&ots=0AElh7H0_w&sig=OQPIMYCj_W9-AfP3syUtTOT3tkl#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=RK9qBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Poulin,+R.+%26+Morand,+S.+(2004).+Parasite+biodiversity.+Washington,+D.C.+Smithsonian+Institution+Books.+216+p.&ots=0AElh7H0_w&sig=OQPIMYCj_W9-AfP3syUtTOT3tkl#v=onepage&q&f=false)
- Rivera, S. F., Vasselon, V., Ballorain, K., Carpentier, A., Wetzell, C. E., Ector, L., Bouchez, A., & Rimet, F. (2018). DNA metabarcoding and microscopic analyses of sea turtles biofilms: Complementary to understand turtle behavior. *PLoS ONE*, 13(4), e0195770. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195770>
- Rondón, M., Buitrago, J., & McCoy, M. (2009). Impacto de la luz artificial sobre la anidación de la Tortuga marina *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae), en Playa Cipara, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 515-528. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300006
- Sánchez-Serrano, S., & Cásares-Martínez, J. (2011). Registro helmintológico en el atún aleta azul del norte (*Thunnus thynnus orientalis*) de la costa del Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*, 19(1), 5-12. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/536956/CP19_1_-01.pdf
- Segura-García, M. V. (2011). *Taxonomía y ecología de las diatomeas epilíticas de la Cuenca del Alto Lerma, México* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000667441
- Segura-García, V., Cantoral-Uriza, E. A., Israde, I., & Maidana, N. (2012). Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) as indicators of water quality in the Upper Lerma River, Mexico. *Hidrobiológica*, 22(1), 16-27. <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v22n1/v22n1a3.pdf>
- Spaulding, S., & Edlund, M. (2008). *Puncticulata*. Diatoms of North America. <https://diatoms.org/genera/puncticulata>
- Valdivia, J. C. (2019). *Determinación del estado ecológico de la cuenca baja del río Tambo; mediante bioindicadores biológicos Bacillariophyta (diatomeas). Durante las épocas de estiaje 2018 y creciente del 2019* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10427/Blvahuju.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Violante-Huerta, M. (2018). La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: Una revisión y su relevancia ecosistémica. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 335-342. doi: <https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i3.14786>
- Violante-Huerta, M., Díaz-Gamboa, R., & Ordóñez-López, U. (2017). Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* (Sirenia: Trichechidae) as a motile ecosystem of epibiont fauna in the Caribbean Sea, Mexico. *Therya*, 8(3), 273-276. doi: <https://doi.org/10.12933/therya-17-517>