



UNIVERSIDAD DEL MAR
campus Puerto Ángel

**Prevalencia y severidad de fibropapilomas en hembras anidadoras de la tortuga
golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la temporada de anidación 2022-2023 en el
Santuario Playa Escobilla, Oaxaca**

TESIS

Que para obtener el Grado de

Maestra en Ciencias: Ecología marina

Presenta

Biol. Mar. Karina Marisol Lugo Trejo

Directora

Dra. Valentina Islas Villanueva

Co-Director

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Puerto Ángel, Oaxaca 2025

RESUMEN

La fibropapilomatosis (FP) es una enfermedad infecciosa que afecta a las tortugas marinas, caracterizada por la presencia de tumores cutáneos benignos que pueden deteriorar la calidad de vida de las tortugas, y en casos severos, algunos individuos mueren por complicaciones fisiológicas relacionadas con la enfermedad. En la década de los 80s, en Playa Escobilla, Oaxaca se detectaron por primera vez hembras de tortuga golfinas (*Lepidochelys olivacea*) con tumores asociados a la FP. En el presente estudio se evaluó la prevalencia y severidad de fibropapilomas en la población de hembras anidadoras de tortuga golfinas en el Santuario Playa Escobilla. De julio 2022 a enero 2023, se examinaron un total de 6,660 tortugas, de las cuales el 1.05% (n=70) presentaron lesiones asociadas a la FP. En 62 de estas tortugas, se contabilizaron 239 tumores distribuidos en las aletas delanteras (36.82%), los hombros (33.47%), el cuello (23.84%), el pico (0.41%), los ojos (0.41%) y la cola (0.83%). Se utilizó el Índice de Fibropapilomatosis (IFP) para evaluar la severidad de la enfermedad. De los 62 individuos con fibropapilomas analizados, el 82% presentaron severidad leve, 13% moderada y el 5% restante severa. Además, en 167 tortugas (tres con fibropapilomas) se encontraron sanguijuelas del género *Ozobranchus*, las cuales se han asociado a la transmisión del alfaherpesvirus quelónido 5 (ChAHV5). En 1997, en Playa Escobilla se reportó una prevalencia de tortugas con fibropapilomas de 1.5%. Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que la prevalencia de fibropapilomas se mantienen en niveles similares a la reportada anteriormente, con pocos casos severos registrados. No obstante, por el peligro inherente es importante continuar con el monitoreo de esta enfermedad en poblaciones de la tortuga golfinas del Pacífico Mexicano para detectar posibles cambios en la prevalencia de la enfermedad.

Palabras clave: Pacífico Mexicano, epizootia, tumores.

ABSTRACT

Fibropapillomatosis (FP) is defined as an infectious disease that affects sea turtles. It is mostly characterized by the appearance of benign skin tumors that might deteriorate the quality of life of the turtles, and in severe cases, may even lead to death due to physiological complications related to this disease. During the 1980's, in Playa Escobilla, Oaxaca, some female Olive Ridley turtles (*Lepidochelys Olivacea*) with tumors associated with FP were detected for the first time. This study analyzed the prevalence and severity of fibropapillomas in the nesting female population of olive ridley turtles in Playa Escobilla Sanctuary. From July 2022 to January 2023, a total of 6,660 turtles were examined, of which 1.05% (n=70) showed lesions associated with FP. Among these, 239 tumors were counted in 62 olive ridley turtles. The tumors were distributed on the front flippers (36.82%), shoulders (33.47%), neck (23.84%), beak (0.41%), eyes (0.41%) and tail (0.83%). The Fibropapillomatosis Index (FPI) was used to assess the severity of this disease. Of the 62 individuals with fibropapillomas, 82% had mild severity, 13% moderate and the remaining 5% was severe. Additionally, leeches (bloodsuckers) from the genus *Ozobranchus* were found on 167 turtles, three of which also had fibropapillomas. *Ozobranchus* leeches have been related with the transmission of Chelonid Alphaherpesvirus 5 (ChAHV5). In 1991, a prevalence of 1.5% of turtles with fibropapillomas was reported at Playa Escobilla. Our results suggest that the current prevalence of FP is similar to previous reports, with only a few severe cases observed. However, continued monitoring of this disease in olive ridley sea turtle populations along the Mexican Pacific coasts is important for the long-term conservation of this species.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad del Mar y a mis profesores por su dedicación y compromiso.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por la aportación de los datos solicitados.

A la Dra. Valentina Islas Villanueva por su apoyo constante con el desarrollo del proyecto. Además, su generosidad al abrirme las puertas de su hogar es algo que siempre recordare. Su contribución a mi vida académica y personal es invaluable. Gracias por todo.

Al Dr. Francisco Benítez Villalobos por su apoyo y sus aclaraciones oportunas.

Teacher Ana, su dedicación, desempeño y esfuerzo en cada clase son verdaderamente únicos. No solo es una excelente maestra de inglés, sino también una gran persona.

Dra. Elizabeth Labastida gracias por la dedicación, compromiso, paciencia y su generosidad. Además, agradezco su compañía, su apoyo incondicional y su ayuda durante los muestreos.

Al Dr. Alberto Abreu Grobois, por su participación, apoyo y ser parte del comité tutorial.

A la M. en C. Samantha Karam, por su dedicación, tiempo y esfuerzo invertidos en la revisión de mi tesis.

A Oscar Eliel

A mis amigos Francisco, Miriam, Antonio, Danny, Pablo, Lau y Alexa por su apoyo y amistad en momentos buenos y malos durante toda la maestría.

A todos los que contribuyeron en hacer los muestreos Francisco, Danny, Dra. Eli, Fer Escobar, Dra. Valentina, Mariana, Miriam, Antonio, Abril, Yarmeli, David, Scarlett, Didier, Soé, Carlos, Itzel, Marcos, Karen, Erika, Karla, Laura y Marisol.

Al M. en C. Gerardo Torres Carreta por la fotografía de la Sanguijuela *Ozobranchus branchiatus*.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

Mi profundo agradecimiento a mis padres Julio y Lucy. A mis hermanas y sobrinos: Luz, Amairani, Dulce, Naomi, Matías y Danna, porque son lo que más amo en este mundo, gracias por el amor incondicional que me ofrecen día tras día.

A DIOS

Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, gracias porque hiciste realidad este sueño.

A FIGO

El gatito más extraordinario del mundo. Siempre ocuparás un lugar especial en mi corazón.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
Fibropapilomatosis en tortugas marinas	2
Ectoparásitos en tortugas marinas.....	3
ANTECEDENTES	4
Prevalencia de fibropapilomas en tortugas marinas.....	4
Severidad de fibropapilomas en tortugas marinas	7
Sanguijuelas del género <i>Ozobranchus</i> en tortugas marinas.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos particulares	12
HIPÓTESIS	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Área de estudio.....	13
Trabajo en campo.....	14
Tamaño de muestra	15
Manejo de las tortugas	17
Análisis estadísticos	19
Prevalencia de fibropapilomas en la población de hembras anidadoras en Playa Escobilla	19
Severidad de los tumores en hembras anidadoras en Playa Escobilla.....	20
Severidad de los tumores respecto a la talla de las hembras anidadoras en Playa Escobilla	20
Prevalencia de fibropapilomas con respecto a los ectoparásitos	21
RESULTADOS	22
Prevalencia de fibropapilomas	22
Severidad de los tumores fibroepiteliales	23
Severidad de fibropapilomas respecto a la talla.....	25
Relación entre la presencia de sanguijuelas del género <i>Ozobranchus</i> y la de fibropapilomas en tortugas hembras anidadoras.....	28

DISCUSIÓN.....	31
Prevalencia de fibropapilomatosis en tortugas golfina de Playa Escobilla.....	31
Severidad de la fibropapilomatosis en tortugas golfnas de Playa Escobilla.....	32
Ectoparásitos: Sanguijuela del género <i>Ozobranchus</i>	33
CONCLUSIONES.....	35
REFERENCIAS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Datos proporcionados por la CONANP para el cálculo del tamaño de muestra.....	17
Tabla II. Datos generales de la temporada de anidación de la tortuga golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>) (2022-2023) en Playa Escobilla.....	22
Tabla III. Tamaño de los fibropapilomas por región anatómica.....	24
Tabla IV. Datos de las tortugas golfinas que presentaron sanguijuelas del género <i>Ozobranchus</i>	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Playa Escobilla, Oaxaca, México.....	14
Figura 2. Zonación de una playa de anidación de tortugas marinas.....	15
Figura 3. Distribución del personal en la zona B durante el muestreo. Los puntos negros representan las personas y las flechas indican la dirección.....	15
Figura 4. A) Ejemplar de tortuga golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>) con lesión de aspecto nodular; B) Ejemplar con múltiples lesiones generadas por la fibropapilomatosis con aspecto verrugoso; C) Ejemplar con lesiones con aspecto de verrugas; D) ejemplar con lesiones con aspecto mixto (verrugoso y coliflor).....	18
Figura 5. Longitud máxima del caparazón sobre la curva.....	18
Figura 6. A) Sanguijuela del género <i>Ozobranchus</i> . B) Tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) con sanguijuelas (Sn) del género <i>Ozobranchus</i>	19
Figura 7. Prevalencia de tortugas (media \pm DS) con fibropapilomas en la temporada de anidación 2022-2023 en Playa Escobilla.....	23
Figura 8. Tortugas golfinas (<i>L. olivacea</i>) en Playa Escobilla con tumores en forma de coliflor característicos de la enfermedad de la fibropapilomatosis.....	24
Figura 9. Clasificación de severidad de los fibropapilomas	25
Figura. 10. Medias de las tallas de las tortugas Aparentemente sanas (As) y con Fibropapilomatosis (FP).....	26
Figura 11. Tallas encontradas en hembras anidadoras. Se muestra con la media.....	27
Figura 12. Gráfico perceptual del Análisis de Correspondencia de las tallas (Talla 1 (<73), Talla 2 (73.1-86 cm) y Talla 3 (>86.1)) y severidad (leve, moderado y severo) de tortugas golfinas (<i>L. olivacea</i>) en Playa de Escobilla.....	28
Figura 13. Tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) en Playa Escobilla con lesiones por la fibropapilomatosis (FP) en hombro izquierdo con presencia de sanguijuelas (San).....	29
Figura. 14. A) Tortuga <i>L. olivacea</i> con epibiontes (Ep) y B) lesiones aparentes de dermatitis ulcerativas (Der).....	29
Figura. 15. Registro de tortugas con sanguijuelas del género <i>Ozobranchus</i> en la temporada 2022-2023 en Playa Escobilla.....	30
Figura 16. Tortugas con ectoparásitos (sanguijuelas) del género <i>Ozobranchus</i>	30

INTRODUCCIÓN

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea* Eschscholtz 1829) es una especie abundante y de amplia distribución entre los trópicos (Plotkin 1996). Actualmente, se encuentra en la categoría de peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y como vulnerable en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2008). Durante su ciclo de vida, las tortugas golfinas migran a zonas de alimentación, reproducción, playas de anidación y se mantienen periodos largos en la zona oceánica (Márquez *et al.* 1976, Plotkin 1996, Abreu-Grobois 1999, Eckert *et al.* 2000). Esta característica migratoria expone a la especie a diversas amenazas y a factores de estrés de origen natural o antropogénico que pueden influir en la salud de las tortugas (Suárez-Domínguez *et al.* 2020). Durante la migración, las tortugas se ven expuestas a adquirir enfermedades infecciosas como la fibropapilomatosis que se caracteriza por la presencia de tumores fibroepiteliales cutáneos benignos que generalmente se encuentran en tejidos blandos y duros como el contorno de los ojos, la boca, cuello, aletas, regiones axilares, caparazón, el plastrón, la cola y la cloaca (Reséndiz *et al.* 2015, Branes-Chaves 2006, Suarez-Domínguez 2020). Las lesiones que se generan por la fibropapilomatosis pueden variar en tamaño, morfología, consistencia y color (Suarez-Domínguez 2020). En la primera etapa de la enfermedad, las lesiones son pequeñas y no interfieren en la supervivencia de las tortugas infectadas (Balladares *et al.* 2017). No obstante, con el desarrollo de la enfermedad (aumento en tamaño y número de tumores) es posible que afecte la visión, la ingesta de alimento, la natación, la flotabilidad, el buceo, la evasión de depredadores y como consecuencia puede causar la muerte de las tortugas (Milton y Lutz 1996, Alonso-Aguirre y Lutz 2004, Balladares *et al.* 2017, Suarez-Domínguez 2020).

La presencia de fibropapilomas se observa principalmente en tortugas juveniles, subadultos y adultos que estuvieron expuestos en áreas de alta densidad humana, zonas contaminadas (posiblemente con pesticidas y otros químicos), y a zonas con algas productoras de biotoxinas (Milton y Lutz 1996, Adnyana *et al.* 1997, Alonso-Aguirre y Lutz 2004, Branes-Chaves 2006, Dujon *et al.* 2021, Manes 2022). Aparentemente, las tortugas marinas son muy resistentes a los daños físicos, sin embargo, son altamente

sensibles a la exposición a contaminantes químicos, y estos debilitan su organismo haciéndolas propensas a contraer infecciones (Milton y Lutz 1996).

La evidencia histológica y molecular sugiere que el principal agente causal de la fibropapilomatosis es un herpesvirus (Quackenbush *et al.* 1998), sin embargo, también se han aislado retrovirus y, papilomavirus, entre otros (Casey *et al.* 1997, Mashkour *et al.* 2021, Reséndiz *et al.* 2022). Además, se ha planteado que existen diversos mecanismos de contagio, dentro de los cuales se sugiere el papel de las sanguijuelas del género *Ozobranchus* como potenciales vectores mecánicos (Grenblatt *et al.* 2004, Rittenburg *et al.* 2021).

En las últimas tres décadas, se ha observado un aumento en la prevalencia de fibropapilomatosis en las diversas especies de tortugas marinas, al grado de alcanzar un estado de epizootia y de ser una amenaza potencial para la supervivencia de las especies de tortugas marinas (George 1996, Suarez-Domínguez 2020). En el Santuario Playa Escobilla, Oaxaca, se han observado tortugas golfinas con este padecimiento, sin embargo, no se conoce la prevalencia actual de la enfermedad en esta colonia de anidación.

Fibropapilomatosis en tortugas marinas

A lo largo de su vida, las tortugas marinas están expuestas a padecer problemas de salud relacionados con agentes patógenos como bacterias, hongos, parásitos y virus, que afectan su calidad de vida, pese a esto, la mayoría de las enfermedades aún no son descritas (George 1996, Eckert *et al.* 2000, Gámez-Vivaldo *et al.* 2009).

Actualmente, se conocen pocas enfermedades virales en tortugas marinas como el herpesvirus respiratorio, enfermedad de la mancha gris y la fibropapilomatosis (George 1996). La aparición de una enfermedad puede estar asociada con diversos factores, como el agente etiológico, el huésped, las alteraciones ambientales y la transmisibilidad del patógeno. Estos elementos podrían aumentar la probabilidad de que surja una enfermedad específica en una población susceptible (De Blas *et al.* 2007)

La fibropapilomatosis es comúnmente asociada a un herpesvirus de la subfamilia Alphaherpesvirinae, denominado alfa herpesvirus quelónido 5 (*Scutavirus chelonidalpha*

ChAHV5, por sus siglas en inglés) (Ene *et al.* 2005). Los estudios moleculares muestran una fuerte asociación entre el ADN del virus ChAHV5 y la presencia de los tumores en las tortugas marinas (Lackovich *et al.* 1999, Lu *et al.* 2000, Herbst *et al.* 2004, Ene *et al.* 2005, Patrício *et al.* 2012). Sin embargo, el aislamiento del ChAHV5 en cultivos celulares *in vitro* no ha tenido resultados satisfactorios por lo que no se ha cumplido con el postulado de Koch, que señala que el patógeno debe ser aislado del huésped enfermo y cultivado como cultivo puro (Jones *et al.* 2016, Tortora *et al.* 2007). Diversos estudios han evaluado la variación genética de ChAHV5 y se ha demostrado que existe diferenciación entre las cepas del virus del Océano Atlántico y del Pacífico, se ha propuesto que esta variación puede contribuir a la manifestación diferencial de la enfermedad (Work *et al.* 2009, Alfaro-Núñez *et al.* 2014, Morrison *et al.* 2018).

Los herpesvirus están particularmente asociados con una sola especie de huésped y dentro de la familia Herpesviridae se han clasificado 120 herpesvirus, los cuales han evolucionado con sus huéspedes durante largos periodos de tiempos (Minson *et al.* 2000 *In: Davison* 2002). Sin embargo, el linaje del virus en las tortugas parece ser único, se ha detectado que las cepas coinciden con los patrones de movimiento de los huéspedes, lo que sugiere que la fibropapilomatosis es geográficamente específica (Herbst *et al.* 2004, Morrison *et al.* 2018).

Ectoparásitos en tortugas marinas

En tortugas marinas, la interacción simbiótica más frecuente es la epibiosis, la cual se caracteriza por la relación en la que una especie (basibionte) sirve de sustrato de fijación para otra (epibionte), y en el cual solo se ve beneficiado el organismo que se fija (Frick y Pfaller 2013, Violante-Huerta 2018). Existen organismos asociados exclusivamente a tortugas marinas, en una asociación que se denomina comensalismo obligado, debido a que el epibionte depende de la tortuga huésped para sobrevivir (Frick y Pfaller 2013). Las tortugas representan el hábitat ideal para una gran variedad de invertebrados, entre los que se encuentran sipuncúlidos, anélidos, briozoos e hidrozoos (Baéz *et al.* 2005). Es frecuente encontrar epibiontes en el caparazón de las tortugas marinas, sin embargo, algunos organismos como las sanguijuelas del género *Ozobranchus* también se encuentran asociados

al cuello, aletas, ojos y cloaca (Choy y Balazs 1989, Gámez-Vivalvo *et al.* 2006, Báez *et al.* 2005, Frick y Pfaller 2013). Además, estas pueden estar asociadas con las tortugas marinas en diversas etapas de su desarrollo (Nigrelli y Smith 1943, Sawyer *et al.* 1975; Davies 1978). Las sanguijuelas del género *Ozobranchus* pueden actuar como vectores en la transmisión del herpesvirus chelonido 5 (ChAHV5) debido a que estas especies se alimentan de sangre de tortugas marinas (Grennblatt *et al.* 2004, Oceguera-Figueroa *et al.* 2021). Las sanguijuelas son anélidos que pertenecen a la subclase Hirudinida Lamarck 1818, actualmente, se han identificado dos especies marinas dentro de la familia Ozobranchidae: *Ozobranchus branchiatus* y *Ozobranchus margoi* (Apáthy 1890 *In:* Oceguera-Figueroa *et al.* 2021) La sanguijuela *O. branchiatus*, se caracteriza por presentar siete pares de branquias, mientras que *O. margoi* presenta cinco (Choy *et al.* 1989). Miden aproximadamente entre 3.5 y 30 mm de largo (Nigrelli y Smith 1943, Sawyer *et al.* 1975; Davies 1978). Se ha reportado que *O. branchiatus* podría presentar nado libre en alguna etapa de desarrollo (Bunkley-Williams *et al.* 2008).

ANTECEDENTES

Prevalencia de fibropapilomas en tortugas marinas

La fibropapilomatosis en tortugas marinas se reportó por primera vez en 1936 en tortugas verdes (*Chelonia mydas* Linnaeus 1758) de Florida, EE.UU. (Smith y Coates 1938). Posterior a este hallazgo, se hizo frecuente encontrar tortugas con fibropapilomas en esta zona, principalmente en áreas cercanas a la costa en aguas poco profundas y en sistemas lagunares que son áreas de forrajeo (Balazs y Pooley 1991, Hiram y Ehrhart 2007, Alonso-Aguirre y Lutz 2004). Posteriormente, la enfermedad se extendió a otras áreas geográficas como Hawái, Florida, Texas, Indonesia, Venezuela, Costa Rica y México, entre otras (Cornelius y Robinson 1985, Jacobson *et al.* 1989, Balazs y Pooler 1991, Tristan *et al.* 2010, Adnyana *et al.* 1997, Guada *et al.* 1991, Reséndiz *et al.* 2016, Suárez-Domínguez *et al.* 2020). La fibropapilomatosis se reportó también en otras especies de tortugas marinas como la tortuga golfina, tortuga caguama (*Caretta caretta* Linnaeus 1758), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* Vandelli 1761), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus

1766) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempii* Garman 1880) (Cornelius y Robinson 1985, Herbst 1994, Balladares *et al.* 2017, Vasconcelos *et al.* 1998, Huerta *et al.* 2002).

Con el aumento de individuos afectados por fibropapilomas en las poblaciones, se volvió esencial la realización de estudios epidemiológicos (Balazs y Pooler 1991). Dentro de la epidemiología, las medidas de frecuencia como la prevalencia son herramientas fundamentales (Fajardo-Gutiérrez 2017). La prevalencia permite conocer el estado de salud en una población al considerar la proporción de organismos enfermos en relación con la población total (Fajardo-Gutiérrez 2017, Corona-Barrera 2012, Moreno-Altamirano 2007). En el caso específico de las tortugas marinas, los estudios para determinar la prevalencia de fibropapilomatosis suelen realizarse con tortugas que han quedado varadas en la costa o con aquellas que anidan de forma solitaria (Adnyana *et al.* 1997). Un caso particular es el de la tortuga golfina, conocida por sus eventos reproductivos masivos denominados “arribadas”. Durante estas arribadas, cientos o incluso miles de tortugas anidan simultáneamente en un tiempo y espacio determinado, lo que facilita la revisión y observación de tortugas enfermas (Márquez 1990, Peralta y Luna 2016). No obstante, los estudios sobre la prevalencia de fibropapilomatosis se han centrado principalmente en tortugas verdes, debido a que esta enfermedad es más común en esta especie (Herbst 1994, Hiram y Ehrhart 2007).

Se ha observado que la prevalencia de fibropapilomas en las poblaciones de tortugas marinas varía temporal y espacialmente a nivel mundial (Foley *et al.* 2005, Rossi *et al.* 2016, Shaver *et al.* 2019, Suárez-Domínguez *et al.* 2020). En Florida, en 1938, Smith y Coates reportaron una prevalencia de 1.5% en 200 tortugas verdes, mientras que Foley *et al.* (2005) encontraron que en un periodo de 18 años (1980-1998), 22% de tortugas varadas (N=3,016) presentaban fibropapilomas. En Hawái, en los años 90's, se reportaron altos porcentajes de tortugas verdes con fibropapilomas (92%) (Balazs y Pooley 1991), sin embargo, en la década siguiente, Chaloupka *et al.* (2009) señalan que la prevalencia de la fibropapilomatosis en tortugas verdes había comenzado a disminuir. Chaloupka *et al.* (2008) reportaron que en 20 años (1982-2003), de 3,732 tortugas verdes varadas, el 28% presentaron fibropapilomas, mientras que, en 2007, la prevalencia había disminuido a 9.4% (Chaloupka *et al.* 2009). Por otro lado, en Texas, se reportó un incremento de tortugas

verdes con fibropapilomas, ya que, en 2016, la prevalencia fue de 21.6%, mientras que, en 2018, aumentó a 35.2% (Shaver *et al.* 2019).

En el Caribe mexicano se ha observado un incremento de tortugas verdes con fibropapilomatosis. En 2008 se reportó una prevalencia de 1.6%, en 2015 de 17.9%, en 2017 de 22.7% y en 2018, la prevalencia era de 54% (Labrada-Martagón *et al.* 2017, Muñoz-Tenería *et al.* 2022). En Veracruz, México, entre 2009 y 2010, Suárez-Domínguez *et al.* (2020) capturaron 41 ejemplares de tortugas verdes, de los cuales el 12.19% (todos organismos juveniles) presentaron tumores cutáneos.

En Brasil, de 105 tortugas verdes varadas, el 28.5% presentaron fibropapilomas (Poli *et al.* 2014) y posteriormente, Rossi *et al.* (2019), reportaron valores altos de prevalencia en Espírito Santo y Sao Paulo (44.6% y 41.6%, respectivamente), mientras que en Sergipe y Santa Catarina no se registraron casos con FP. Para el 2023, en la costa de Espírito Santo, Vanstreels *et al.* (2023) reportó una prevalencia de 40.9% (828/2024) en tortugas verdes vivas y muertas. En las costas de Venezuela, se analizaron 391 tortugas verdes varadas (vivas y muertas) de las cuales el 5.11% presentaron fibropapilomas y se registró el primer caso de una tortuga carey con fibropapilomas (Balladares *et al.* 2017).

Además de la variación de la prevalencia entre años, también se ha encontrado variación entre épocas del año, Foley *et al.* (2005) encontraron mayor prevalencia de tortugas verdes con fibropapilomas en otoño e invierno que en el resto del año.

Otro factor que puede influir en la prevalencia de tortugas con fibropapilomas es la talla de los individuos. Foley *et al.* (2005) y Shaver *et al.* (2019), encontraron una mayor prevalencia de fibropapilomas en tortugas verdes juveniles con tallas entre 40 y 70 cm de largo curvo de caparazón (LCC). Así mismo, Muñoz *et al.* (2022) encontraron una correlación positiva entre la prevalencia de fibropapilomatosis y una mayor talla en tortugas verdes juveniles. Este estudio reportó que de 487 tortugas, el 6.8% presentaron FP, los cuales fueron considerados como subadultos, con un rango de tallas de 60.4 a 80.5 cm. Adnyana *et al.* (1997), encontraron que la prevalencia de fibropapilomas en tortugas verdes juveniles en Indonesia aumentó con respecto a la talla de los individuos hasta llegar a los 85 cm de LCC y después comenzó a descender gradualmente hacia las tallas mayores.

En las especies *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii* y *Lepidochelys olivacea* se han registrado valores de prevalencias relativamente bajos. Por ejemplo, en Playa Escobilla, Oaxaca, un sitio de anidación masiva, se reportó por primera vez la presencia de fibropapilomas en hembras de tortugas golfinas en 1980 (Vasconcelos *et al.* 1998). Sin embargo, fue hasta 1997 cuando Vasconcelos *et al.* (1998) realizaron observaciones macroscópicas de tumores de 9,201 hembras anidadoras, de las cuales, el 1.5% (140 tortugas) presentaron uno o más tumores. En el 2022, en Playa El Suspiro, Baja California, se reportó que 8 hembras de tortugas golfinas presentaron lesiones sugerentes de FP (0.019% 8/419) hembras revisadas (Vega-Hernández *et al.* 2024).

En Ostional, Costa Rica, un lugar reconocido también por ser una playa de anidación masiva, se registró el primer caso de una tortuga golfina con fibropapilomas en 1987. Tras este hallazgo, Alonso-Aguirre *et al.* (1999) señalaron que, de las aproximadamente 300,000 tortugas que anidan en cada arribada, entre el 6 y 10% de las hembras presentan fibropapilomas.

Severidad de fibropapilomas en tortugas marinas

Algunas poblaciones de animales se ven afectadas por enfermedades infecciosas que les generan síntomas y signos clínicos que alteran el bienestar y la vida de los individuos afectados (Retamal *et al.* 2022). La severidad de una enfermedad se puede clasificar de acuerdo con su grado en leve, moderado o severo (Lazcano-Ponce *et al.*, 2007).

Para considerar la severidad de la fibropapilomatosis en las tortugas marinas, la mayoría de los trabajos se han enfocado en categorizar la gravedad de la enfermedad de acuerdo con la cantidad y al tamaño de los tumores, en los individuos afectados. Balazs y Pooler (1991) categorizaron la severidad de la enfermedad en cuatro escalas, en las que la categoría de menor severidad es uno y la más severa cuatro. Encontraron que, en las tortugas verdes en Hawái, la severidad en escala uno es mayor (9%) en comparación con la escala cuatro (1%). Por otro lado, Wood y Wood (1993) clasificaron la enfermedad en categorías de cero (sin presencia de fibropapilomas cutáneos) a cuatro (fibropapilomas >50 mm que afectan la vida de la tortuga) en función a la extensión de la infección. El trabajo

de Wood y Wood (1993) consistió en la liberación, captura y recaptura de tortugas verdes en las Islas Caimán, el 26% de las tortugas recapturadas después de la liberación presentaban fibropapilomas, algunas de las tortugas mostraron remisión, y uno de los ejemplares desarrolló un grado mayor severidad.

Cada autor establece la clasificación de la severidad de acuerdo a distintos criterios, en ese sentido Work y Balazs (1999) propusieron clasificar a los tumores en cuatro categorías de acuerdo al tamaño: categoría A (<1 cm), categoría B (1 a 4 cm), categoría C (>4 a 10 cm) y categoría D (>10cm). Posteriormente, se asignó una puntuación de cero a tres, según la cantidad de tumores para establecer la severidad de la enfermedad en leve, moderada y grave.

Este método fue empleado por Reséndiz *et al.* (2015) en Playa Escobilla con tortugas golfinas, sin embargo, modificaron la clasificación de los tumores de acuerdo con el tamaño en: a) grado 1 o leve, tumores menores de 3 cm de diámetro; b) grado 2 o moderado, tumores entre 3 y 8 cm de diámetro; y c) grado 3 o severo, tumores mayores de 8 cm de diámetro. Estos autores reportaron que, de 30 tortugas, 17 fueron casos de severidad moderada, 10 leves y tres severos, además, encontraron que las áreas anatómicas más afectadas fueron las aletas anteriores derechas (49%), cuello y hombros (30%), aletas anteriores izquierdas (26.6%) y caparazón (3.33%). Vega-Hernández *et al.* (2024) contabilizaron 51 lesiones sugerentes a FP, en ocho tortugas golfinas en Playa El Suspiro, Baja California. Estas lesiones fueron clasificadas en los grados de severidad 1, 2 y 3. Estas tortugas mostraban un tamaño promedio de $66.43 \pm$ cm de LCC.

Uno de los trabajos más recientes y novedosos fue realizado por Rossi *et al.* (2016), quienes propusieron un índice de fibropapilomatosis (IFP) para evaluar la severidad de la enfermedad. Para plantear este índice, estos autores examinaron 214 tortugas verdes con fibropapilomas, en cada individuo se contabilizaron los tumores y posteriormente, los clasificaron en cuatro categorías de acuerdo con el diámetro propuesto por Work y Balazs (1999). Para obtener el índice, realizaron una regresión lineal múltiple que consideró la relación entre el área total del tumor y el número total de tumores de cada categoría (A, B, C y D) dando como resultado la siguiente función: $IFP = 0.1 \times NA + 1 \times NB + 20 \times NC + 40 \times ND$ (NA, NB, NC y ND; donde N = número de tumores en cada categoría de tamaño

A-D). El índice permite obtener una puntuación para clasificar la severidad de la enfermedad: leve, $IFP < 40$; moderada, $40 \leq IFP < 120$; severa, $IFP \geq 120$. Este método fue usado en tortugas verdes, en Veracruz por Suárez-Domínguez *et al.* (2020) quienes clasificaron a tres individuos en categoría leve ($IFP \leq 1.0$) y dos individuos en categoría moderada ($IFP = 42.4$ y 47.1). Además, clasificaron a los organismos en seis diferentes clases de tallas (con un rango entre 20 a 100 cm de LCC), de 41 tortugas verdes capturadas, 5 individuos juveniles (41.4-80 cm LCC) presentaron tumores cutáneos. Se contabilizaron 22 tumores, de los cuales la mayoría fueron encontrados en las aletas (41%), en la cabeza y en los ojos (27 %), en el caparazón y en el plastrón (23%).

La distribución anatómica de los FP es diversa y puede afectar diferentes partes del cuerpo, aunque las aletas anteriores y posteriores son las áreas más afectadas, los fibropapilomas también se pueden encontrar en otras partes del cuerpo, como el plastrón, ojos, cola y el caparazón (Sánchez-Sarmiento *et al.* 2012, Stacy *et al.* 2018, Suárez-Domínguez *et al.* 2020). Sánchez-Sarmiento *et al.* (2012), analizaron 88 ejemplares de tortugas verdes, capturadas en la costa brasilera, en total, contabilizaron 3035 fibropapilomas distribuidos en aletas anteriores (44.18%) y posteriores (29.16%), región cervical (11.63%), plastrón (5.01%), ojos (4.15%) y región inguinal y cola (3.23%). Mientras que Suárez-Domínguez *et al.* (2020) contabilizaron 22 tumores, de los cuales la mayoría fueron encontrados en las aletas (41%), en la cabeza y en los ojos (27 %), en el caparazón y en el plastrón (23%).

Sanguijuelas del género *Ozobranchus* en tortugas marinas

Se han reportado pocos ectoparásitos especialistas asociados a tortugas marinas, entre los que se encuentran las sanguijuelas *Ozobranchus margo* y *Ozobranchus branchiatus* (Rittenburg *et al.* 2021). Vanstreels *et al.* (2023), menciona que con mayor frecuencia la sanguijuela *O. branchiatus* se encuentra en *C. mydas*, mientras que *O. margo* es más común en *C. caretta* y esporádicamente se encuentra en *C. mydas*. Frazier *et al.* (1985) reportaron la presencia de sanguijuelas *Ozobranchus* sp. en la tortuga *E. imbricata* en la isla Maziwi, Tanzania. En Australia se reportaron 25 ejemplares de *E. imbricata* con sanguijuelas y en Puerto Rico se encontró un ejemplar de *E. imbricata* con más de mil

sanguijuelas, que le ocasionaron lesiones externas en la piel y músculo (Bunkley-Williams *et al.* 2008).

En la tortuga *C. carreta*, se han encontrado ejemplares infestados por *O. margoi* que presentan daños graves en los ojos y el cráneo, además, se reportó que excavan y dañan el plastrón, y es común encontrarlas en las fosas nasales, boca, aletas y cloaca (Davies y Chapman 1974, Schwartz 1974). Badillo-Amador (2007) reportó que, de 104 tortugas *C. carreta* analizadas en el Mediterráneo Occidental, el 1.9% presentaban *O. margoi*. Respecto a la tortuga *L. olivacea* en Jalisco, México, se reportó que, de 46 hembras adultas, los epizoarios más abundantes fueron las sanguijuelas *Ozobranchus* sp. (Hernández-Vázquez y Valadez-González 1998). Mientras que Gámez-Vivalvo (2006) encontraron que, de 28 tortugas golfinas examinadas en Playa Calabazas en Michoacán, Playa Escobilla y Playa Morro Ayuta en Oaxaca, el 28% presentaban *O. branchiatus*. Además, Espinoza *et al.* (2020) extrajeron sanguijuelas *O. branquiatus* de tres tortugas verdes y *O. margoi* de dos tortugas caguamas en la península de Baja California.

Las lesiones que generan las sanguijuelas en la piel de las tortugas pueden ser severas, en el caso de *O. branchiatus* afecta principalmente las partes blandas del cuerpo como cuello y aletas (Hernández-Vázquez y Valadez-González 1998, Gámez-Vivalvo 2006, Vanstreels *et al.* 2023). Se ha planteado que las tortugas que se encuentran inmunosuprimidas dan pauta a que las sanguijuelas se establezcan y persistan en el huésped en donde en algunos casos se agrupan en los fibropapilomas (Grennblatt *et al.* 2004, Rittenburg *et al.* 2021).

JUSTIFICACIÓN

La fibropapilomatosis es una enfermedad epizootia que afecta a seis de las siete especies de tortugas marinas, todas en peligro de extinción. Sin embargo, a pesar de las afectaciones fisiológicas que genera esta enfermedad en los individuos, en muchas poblaciones se ha dado nulo seguimiento a la enfermedad, por lo que no se conocen aspectos importantes como la prevalencia o severidad. En Playa Escobilla se observó por primera vez tortugas con fibropapilomas en 1980. Algunos autores consideran que este padecimiento está

relacionado con ambientes contaminados. La mayoría de los estudios realizados se enfocan en conocer el origen de la enfermedad, sin embargo, son pocos los estudios efectuados para conocer la prevalencia y la severidad de la enfermedad en la población. Conocer estos parámetros es de gran importancia debido a que permiten identificar y generar información acerca de la salud de la población y de la evolución de la enfermedad. Es importante considerar que Playa Escobilla, es un sitio de anidación masiva que concentra a millones de hembras durante cada temporada reproductiva. El único estudio realizado en Playa Escobilla para conocer la prevalencia de fibropapilomatosis en la tortuga golfina, se realizó en 1997 y no se cuenta con la información reciente para saber si la enfermedad ha disminuido, aumentado o se mantiene con la misma proporción a lo estimado hace 24 años. Por ende, este trabajo busca estimar la prevalencia de la fibropapilomatosis en la población de hembras anidadoras de tortuga golfina en Playa Escobilla con el fin de proporcionar información que constituya una línea base que permita monitorear esta enfermedad y evaluar sus consecuencias, lo que puede contribuir a futuros planes para la conservación de la tortuga golfina.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Debido a que se ha observado la presencia de tortugas golfinas con fibropapilomas en el Santuario Playa Escobilla se quiere saber:

- ¿Cuál es la prevalencia y severidad de este padecimiento en la población de hembras anidadoras de Playa Escobilla durante la temporada de anidación 2022-2023?
- ¿Existe una variación temporal en la prevalencia de tortugas con fibropapilomas a lo largo de una temporada de anidación?
- ¿Influye la talla de la tortuga en la severidad de los tumores asociados a la fibropapilomatosis?
- ¿Existe una relación entre la presencia de ectoparásitos del género *Ozobranchus* y la severidad de fibropapilomatosis en las tortugas golfinas de Playa Escobilla?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la prevalencia y severidad de fibropapilomas en la población anidadora de tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) en el Santuario Playa Escobilla en la temporada de anidación 2022-2023.

Objetivos particulares

- Evaluar la prevalencia de fibropapilomas en hembras anidadoras de la tortuga golfina en Playa Escobilla.
- Evaluar si hay variación temporal en la prevalencia de tortugas con fibropapilomas a lo largo de la temporada de anidación.
- Determinar si existe una relación entre la severidad de la enfermedad y la talla de las hembras anidadoras de tortuga golfina.
- Determinar si existe una relación entre la presencia de ectoparásitos y la fibropapilomatosis en hembras anidadoras de tortuga golfina.

HIPÓTESIS

- Debido a que Playa Escobilla es un sitio de anidación masiva, durante cada temporada se reporta alta densidad de hembras, por lo que se espera registrar altos porcentajes de prevalencia de tortugas con fibropapilomas.
- La fibropapilomatosis constituyen un problema de salud en las tortugas marinas y los organismos afectados con este padecimiento presentan debilidad, lo cual puede dificultar su salida a desovar en cada arribada, por lo tanto, se espera encontrar mayor prevalencia o severidad de tumores en la última arribada de la temporada.
- Se ha planteado que existe una relación entre el número de tumores y el tamaño de la tortuga. Por lo tanto, se espera que en las hembras adultas que anidan en Playa Escobilla se encuentre una relación entre las tallas de las tortugas y la severidad de la fibropapilomatosis.
- Se ha propuesto que uno de los mecanismos de transmisión de la fibropapilomatosis es a través de ectoparásitos que funcionan como vectores mecánicos del ChAHV5

causante de la enfermedad, por lo tanto, se espera encontrar una relación entre la presencia de ectoparásitos del género *Ozobranchus* y la severidad de tortugas con fibropapilomas

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Playa Escobilla se encuentra ubicado en el municipio de Santa María Tonameca, en el distrito de San Pedro Pochutla en el estado de Oaxaca, en el Km 179 de la carretera federal número 200 (Fig. 1). La playa tiene una extensión de 12 km, entre los que se encuentran distintas desembocaduras (río Cozoaltepec, barra de Potrero y barra de Tilaza) y humedales (barra de Salinas, barra Escobilla y barra de Macahuite) (Cabrera-Ramírez *et al.* 2018). En 1986, esta playa fue decretada como zona de reserva y sitio de refugio para la protección y conservación de las diversas especies de tortugas marinas que llegan a desovar en esta área (DOF 1986). En el 2002, se modificó el decreto para recategorizar la zona como Santuario, adquiriendo el nombre de Santuario Playa de Escobilla (DOF 2022). En 2022, se realizó una modificación a la extensión del santuario y se modificó su nombre a Playa Escobilla (DOF 2022). Actualmente, el Santuario Playa Escobilla es considerado una de las áreas de mayor importancia para la anidación de la tortuga golfina en México y a nivel mundial (Peralta y Luna 2016). En esta playa, se concentran un gran número de tortugas golfinas para desovar en un evento conocido como arribada (Ocana *et al.* 2012, Peralta y Luna 2016).

La zona se caracteriza por la presencia de diferentes tipos de vegetación entre los que destacan los mangles, matorral espinoso, palmar, halófitos, pastizal, plantación perenne, tular, selva mediana caducifolia, selva baja caducifolia y vegetación de dunas costeras (Anonimo 2009). Presenta un clima cálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 27°C, la precipitación muestra una marcada estacionalidad, con meses extremadamente secos (enero a abril) y meses muy lluviosos (de mayo a octubre) (Moreno-Casasola *et al.* 2014). La arena de la playa es fina, mezclada con fragmentos de conchas, cuarzo, feldespatos y guijarros (Moreno-Casasola *et al.* 2014).

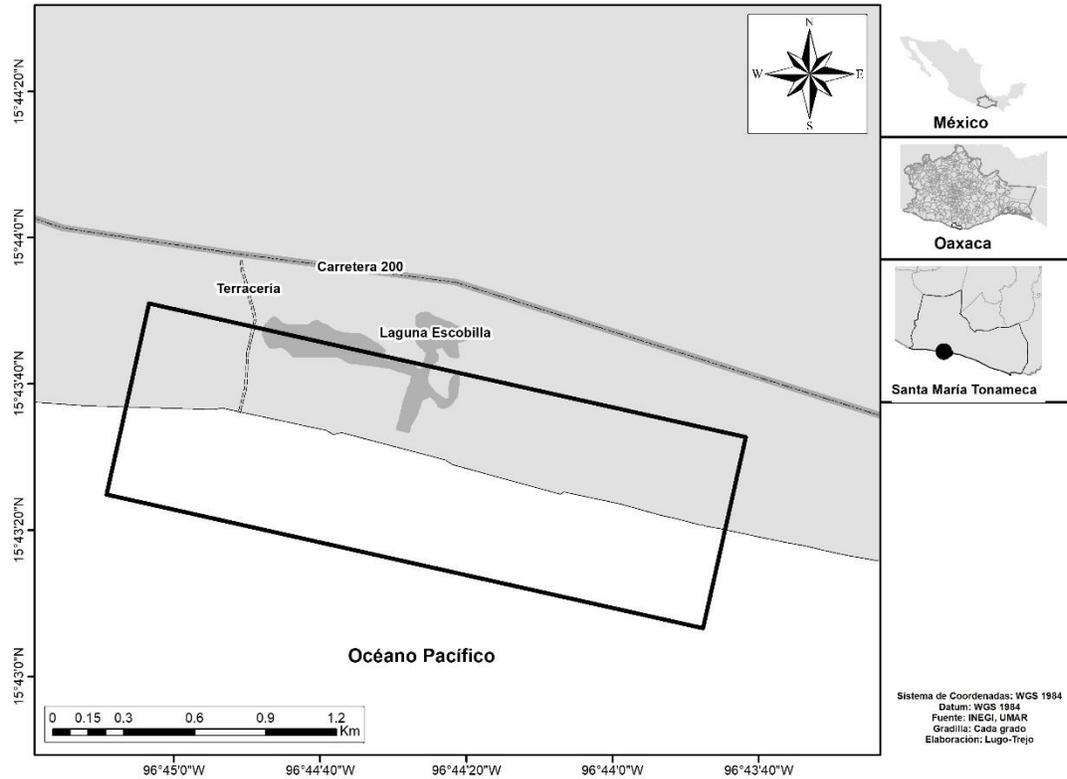


Figura 1. Playa Escobilla, Oaxaca, México

Trabajo en campo

Los muestreos se realizaron en Playa Escobilla desde julio de 2022 a enero de 2023. Para establecer la zona de muestro, se consideró que las playas de anidación están seccionadas horizontalmente en tres zonas: la zona A o frente de playa, abarca la zona intermareal y el límite superior de la marea alta; zona B o supraplaya se encuentra entre la zona A y el inicio de la vegetación; y la zona C, corresponde al área de vegetación (Peñaflores y Vasconcelos 1996 *In*: Lobato-Yáñez 2015) (Fig. 2).

Para este estudio, los muestreos se efectuaron en la zona B, que es el área de mayor concentración de tortugas anidando. Durante cada muestreo, el personal se distribuía a lo ancho de la playa en la sección B, posteriormente caminaban horizontalmente a la playa (Fig. 3). Las tortugas examinadas fueron seleccionadas al azar.

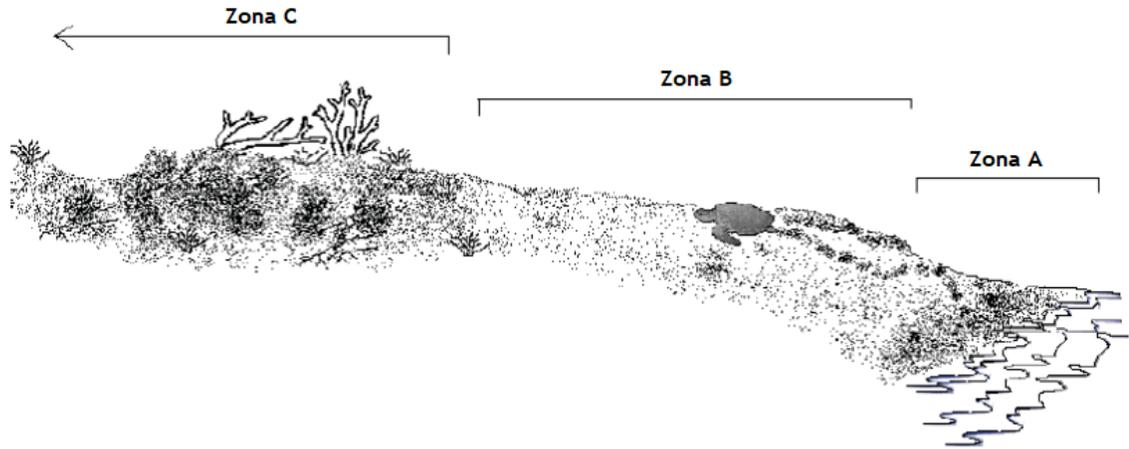


Figura 2. Zonación de una playa de anidación de tortugas marinas (Peñaflores y Vasconcelos 1996 *In*: Lobato-Yáñez 2015).

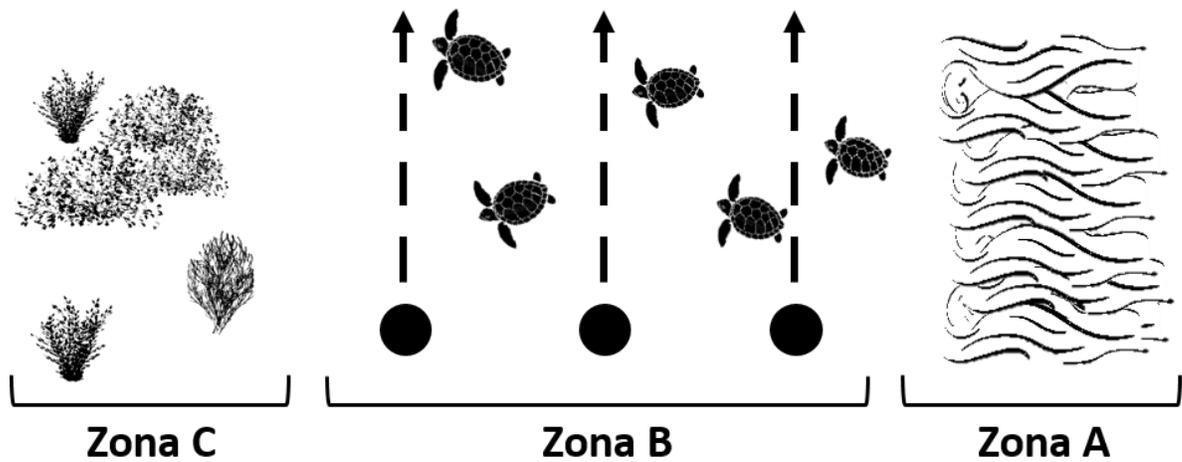


Figura 3. Distribución del personal en la zona B durante el muestreo. Los puntos negros representan las personas y las flechas indican la dirección.

Tamaño de muestra

Debido al incremento de la población de tortugas hembras anidando en Playa Escobilla, antes de comenzar los muestreos se calculó un tamaño mínimo de muestra que fuera estadísticamente representativo de la población (Vivanco 2005, Canal Díaz 2006).

Para determinar el tamaño de la muestra se determinó el margen de error ($e = 0.5$), el nivel de confianza expresado en un coeficiente de confianza ($Z=1.96$), la probabilidad de éxito ($p=1/2$) y fracaso ($q=1-p$) de que ocurra un evento y el tamaño total de la población (N) (Walpole y Myers 1992, Vivanco 2005). La ecuación del intervalo de confianza

relaciona la precisión y el tamaño de la muestra. Para obtener una precisión absoluta se despeja n de la siguiente fórmula

$$e = Z_{\alpha/2} \sqrt{\left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2}{n}}$$

Al despejar n , obtenemos la siguiente fórmula

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 S^2}{e^2 + \frac{Z_{\alpha/2}^2 S^2}{N}} = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Donde

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 S^2}{e^2} = \frac{(1.96^2) \left(\frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2}\right)}{(0.05^2)} \approx 384$$

Y S^2 , en poblaciones grandes es $S^2 \approx p(1-p)$, lo cual alcanza su valor máximo cuando $p=1/2$.

Por lo tanto, el tamaño de muestra (n) se calculó con la siguiente fórmula

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Sin embargo, debido a que el tamaño total actual de la población (N) de hembras anidando en la Playa Escobilla es desconocido, se calculó el número promedio de tortugas anidando en las tres temporadas de anidación más recientes en Playa Escobilla (2019, 2020, 2021) (Tabla I). El cálculo se realizó con datos que fueron proporcionados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que estima el número de nidadas en cada temporada y dio como resultado $N=1,186,526$ nidadas.

Finalmente se calculó el tamaño de muestra (n) por arribada

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{384}{1 + \left(\frac{384}{1186526}\right)} = 383.87 \text{ hembras anidadoras por arribada}$$

Tabla II. Datos proporcionados por la CONANP para el cálculo del tamaño de muestra

Temporada de anidación tortuga golfina	Estimación de nidadas por temporada
2019-2020	980,750
2020-2021	1,250,885
2021-2022	1,327,944
\bar{X}	1,186,526

Manejo de las tortugas

Durante las arribadas de los meses de julio de 2022 a enero de 2023, se realizó un monitoreo nocturno durante 21 días de toda la temporada de anidación. En cada arribada se seleccionó aleatoriamente hembras anidadoras para examinarlas. Posterior al proceso de desove, cada hembra seleccionada se examinó cuidadosamente con el objetivo de identificar tumores asociados a FP. Se revisaron principalmente, los ojos, el pico, el cuello, las aletas delanteras, las aletas traseras, la cola y la cloaca. Para determinar la presencia de fibropapilomas, se tomaron en cuenta las características macroscópicas del tumor según su morfología (coliflor, nodular o verrugosa) y color (rosa pálido o gris blanco) de acuerdo con Reséndiz (2015) (Fig. 4). Las hembras examinadas se marcaron en los escudos centrales del caparazón con pintura epoxi no tóxica para evitar examinar a una misma hembra. Para las hembras con indicios de la enfermedad se midió la longitud máxima del caparazón sobre la curva (CCL_{max}) con una cinta flexible, de acuerdo con la técnica de Wyneken (2004). Esta medida se obtuvo desde el punto más anterior del caparazón hasta el punto más posterior del caparazón en el mismo lado (Fig. 5) Asimismo, se registró la presencia de sanguijuelas del género *Ozobranchus* (Fig. 6). También se registró la posición anatómica de todos los tumores identificados en cada hembra. Finalmente se tomaron fotografías de cada uno de los fibropapilomas registrados, en las cuales se colocó una regla como escala, además, se estandarizó una distancia de enfoque de 30 cm y un ángulo de 90°. Adicionalmente, en cada arribada se registró el CCL_{max} de un total de 50 hembras aparentemente sanas y seleccionadas al azar para estimar la talla promedio de la población.

La manipulación de los ejemplares se realizó con guantes de nitrilo, los cuales fueron desinfectados entre el manejo de cada individuo con hipoclorito de sodio al 30% y etanol al 96% para evitar la transmisión por iatrogenia. Los instrumentos que se usaron

como la cinta métrica y la tarjeta de escala se desinfectaron con alcohol al 96% entre cada tortuga y se emplearon cintas diferentes para tortugas enfermas y tortugas aparentemente sanas.

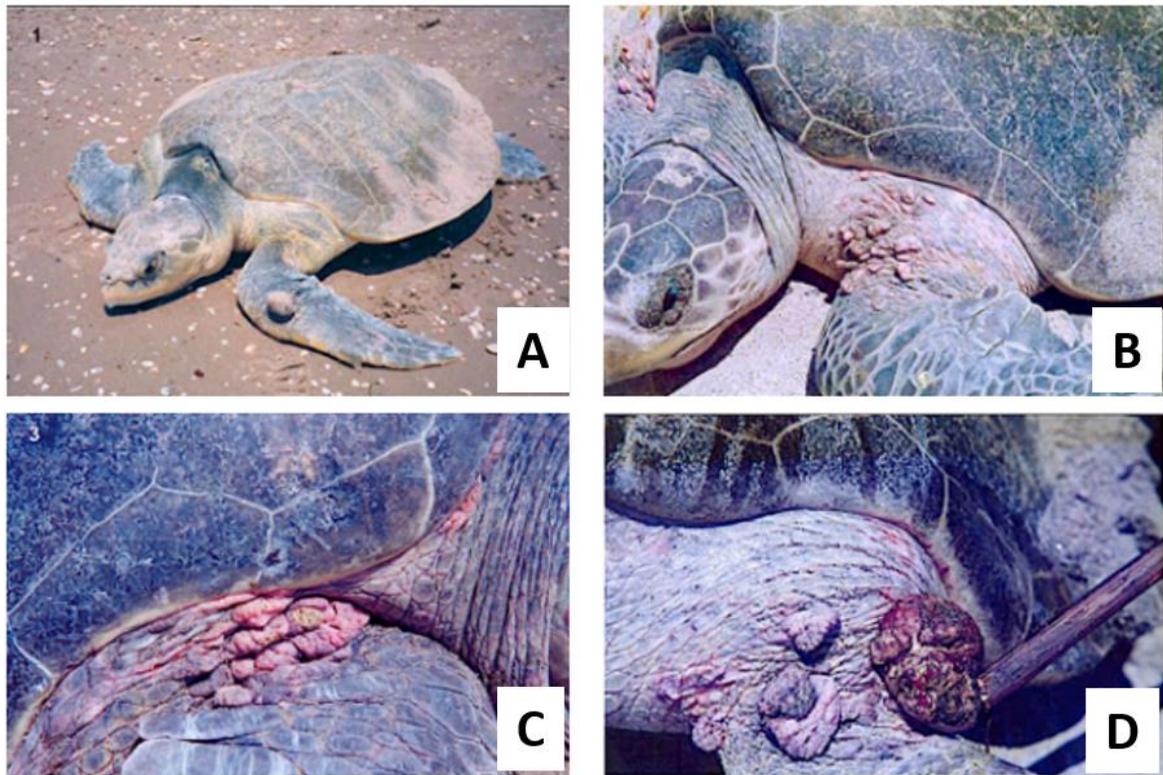


Figura 4. A) Ejemplar de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) con lesión de aspecto nodular; B) Ejemplar con múltiples lesiones generadas por la fibropapilomatosis con aspecto verrugoso; C) Ejemplar con lesiones con aspecto de verrugas; D) ejemplar con lesiones con aspecto mixto (verrugoso y coliflor) (Imágenes de Reséndiz *et al.* 2015).



Figura 5. Longitud máxima del caparazón sobre la curva (Wyneken 2004)

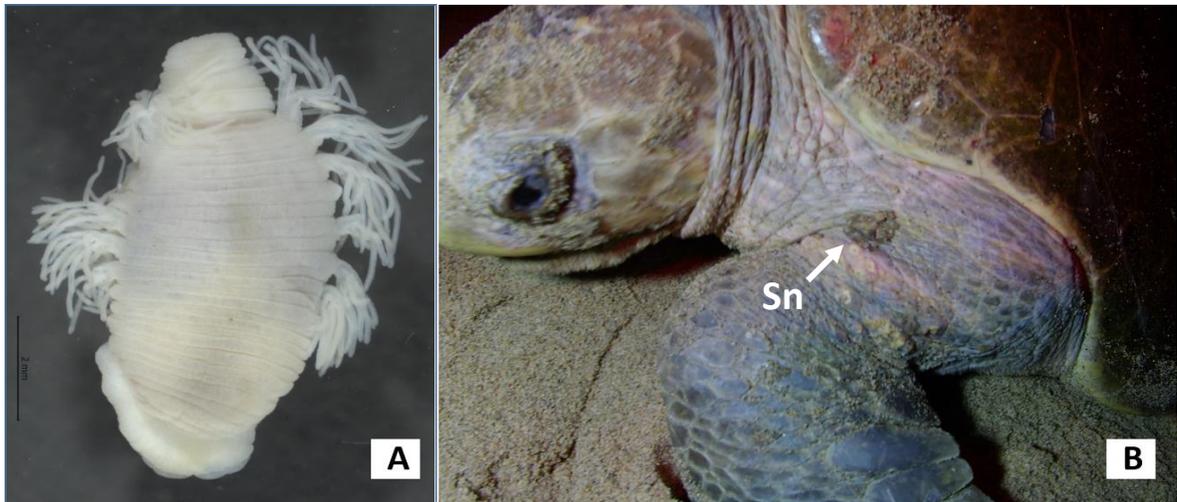


Figura 6. A) Sanguijuela del género *Ozobranchus*. B) Tortuga golfina (*L. olivacea*) con sanguijuelas (Sn) del género *Ozobranchus*.

Análisis estadísticos

Prevalencia de fibropapilomas en la población de hembras anidadoras en Playa Escobilla

La prevalencia mide la proporción de organismos enfermos al momento de evaluar el padecimiento y se calcula con la siguiente formula que se expresa en porcentaje (Ruíz Morales y Morillo-Zárate 2004, Fajardo-Gutiérrez 2017):

$$P = \frac{\text{Tortugas con fibropapilomas}}{\text{Total de tortugas muestreadas}} * 100$$

Se calculó la prevalencia total de tortugas con fibropapilomas en la temporada de anidación 2022-2023 en Playa Escobilla, así como por cada arribada durante la temporada. Para determinar si existen diferencias de la prevalencia entre arribadas, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA por sus siglas en ingles) de una vía. Se determinó como variable de respuesta la prevalencia de tortugas con FP por arribada y como factor el mes. Posteriormente, se obtuvo un gráfico de caja y bigote en el programa Statistica v.8 (Statsoft 2008).

Hipótesis estadísticas de la prueba de ANOVA

- Se acepta H_0 , cuando $H_0 = \mu_A = \mu_B$ ($P > 0.05$), es decir, la prevalencia de tortugas con FP en la temporada de anidación son iguales

- Se acepta H_A , cuando $H_A = \mu_A \neq \mu_B$ ($P < 0.05$), es decir, la prevalencia de tortugas con FP en la temporada de anidación es diferente

Severidad de los tumores en hembras anidadoras en Playa Escobilla

Para conocer la severidad de la enfermedad en cada organismo se calculó el índice de fibropapilomas (IFP) propuesto por Rossi *et al.* (2016) (Fig. 1). Para estimar la severidad de los tumores en hembras de tortuga golfina, primero, se obtuvo el diámetro mayor de cada uno de los tumores registrados en cada hembra con FP. Esta medida se obtuvo a partir de las fotografías digitales mediante el programa Image J. Posteriormente, con base a su tamaño, cada tumor se clasificó en cuatro categorías de acuerdo a lo señalado por Work y Balazs (1999): (A) tumores menores a 1 cm, (B) tumores de 1 a 4 cm, (C) tumores mayores de 4 cm a 10 cm y (D) tumores mayores a 10 cm, finalmente se calculó el IFP. Según la puntuación del IFP, la severidad se clasifica en leve ($FPI < 40$), moderada ($40 \leq FPI < 120$) o grave ($FPI \geq 120$).

$$IFP = (0.1 \times N_A) + (1 \times N_B) + (20 \times N_C) + (40 \times N_D)$$

Figura 1. Índice de Fibropapilomas. Donde N_A , N_B , N_C , N_D es el número de tumores de cada categoría de tamaño.

Severidad de los tumores respecto a la talla de las hembras anidadoras en Playa Escobilla

Para determinar si existen diferencias entre la media de las tallas (CCL_{max}) de las tortugas aparentemente sanas (A_s) y con FP, se realizó un ANOVA de una vía. Se verificaron los supuestos a través del análisis de los residuales y la prueba de Levene. Se consideró como variable respuesta el CCL_{max} y como factor la condición de las tortugas (A_s y con FP). El análisis se hizo con el programa Statistica v.8 (Statsoft 2008) a un nivel de confianza del 95%.

Hipótesis estadísticas de la prueba de ANOVA

- Se acepta H_0 , cuando $H_0 = \mu_A = \mu_B$ ($P > 0.05$), es decir, que las tallas del CCL_{max} en las tortugas As y con FP son iguales
- Se acepta H_a , cuando $H_a = \mu_A \neq \mu_B$ ($P < 0.05$), es decir, que las tallas del CCL_{max} en las tortugas As y con FP son diferentes

La correlación entre la severidad de la enfermedad y las tallas de las tortugas, se realizó un análisis de correspondencia. La matriz de correspondencia estuvo conformada en los renglones por tres clases de tallas, las cuales se establecieron con la media de las tallas de la población, la cual fue estimada a partir de la medida del CCL_{max} . En las columnas, se presenta la severidad de los tumores que se clasificaron de acuerdo al IFP en leve ($IFP < 40$), moderada ($40 \leq IFP < 120$) y severa ($IFP \geq 120$) (Rossi *et al.* 2016). En cada interacción, se encuentran los registros métricos que describen el número de tortugas que presentan la clase de talla y el tipo de severidad. Se realizó un gráfico perceptual para la representación espacial de la matriz de correspondencia. Para interpretar el gráfico se tomó en cuenta que, si la magnitud de la interacción era positiva y ascendente, las variables tendrían mayor correspondencia y en el gráfico perceptual estas se visualizarían espacialmente más cercanas. Si la magnitud era negativa y ascendente, las variables tendrían menor correspondencia y estas se visualizarían espacialmente más alejadas en el gráfico perceptual.

Para validar los resultados del análisis de correspondencia se estimó el índice de inercia total (IT) y la distribución de probabilidad χ^2 .

Hipótesis estadística

- Se acepta H_0 , cuando $\chi^2 < \chi^2_{0.05}$ ($P > 0.05$)
- Se acepta H_a , cuando $\chi^2 > \chi^2_{0.05}$ ($P < 0.05$)

Prevalencia de fibropapilomas con respecto a los ectoparásitos

Para conocer si existe una relación entre la severidad de fibropapilomas y los ectoparásitos, se realizó un análisis de correlación de Spearman en el programa Statistica v.8 (Statsoft 2008). Sin embargo, este análisis no se pudo efectuar debido a la falta de datos en el muestreo.

RESULTADOS

Prevalencia de fibropapilomas

En la temporada de anidación 2022-2023 de la tortuga golfina en Playa Escobilla, se examinaron un total de 6660 hembras anidadoras, de las cuales el 1.05% presentaron fibropapilomas (70 tortugas). Durante el periodo de julio de 2022 a enero de 2023 la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) estimó 1,459,891 de nidadas en la playa (Sistema de estimación de arribadas, CONANP, 2023, comunicación personal). Del total de hembras que efectivamente dejaron una nidada en una arribada determinadas, el monitoreo realizado cubrió el 0.46%. La prevalencia de tortugas con fibropapilomas más alta en la temporada se reportó en noviembre y diciembre (ambos con 1.46%) y la más baja en julio (0.63%) (Tabla II). Los resultados del ANOVA, indicaron que no existen diferencias significativas entre en la prevalencia de tortugas con fibropapilomas entre los meses de muestreo ($F=0.79397$, g.l.=6, $p=0.58991$) (Fig. 7).

Tabla II. Datos generales de la temporada de anidación de la tortuga golfina (*Lepidocheyls olivacea*) (2022-2023) en Playa Escobilla. (* Estimación de hembras anidando)

Núm. De arribada	Mes	Días de muestreo	CONANP *	Tortugas examinadas	Tortugas con FP	Prevalencia
1	Julio	2	25,191	318	2	0.63
2	Agosto	4	276,507	1532	20	1.31
3	Septiembre	3	243,535	1224	9	0.74
4	Octubre	4	533,805	1084	7	0.65
5	Noviembre	4	293,331	1372	20	1.46
6	Diciembre	2	51,138	274	4	1.46
7	Enero	2	36,384	856	8	0.93

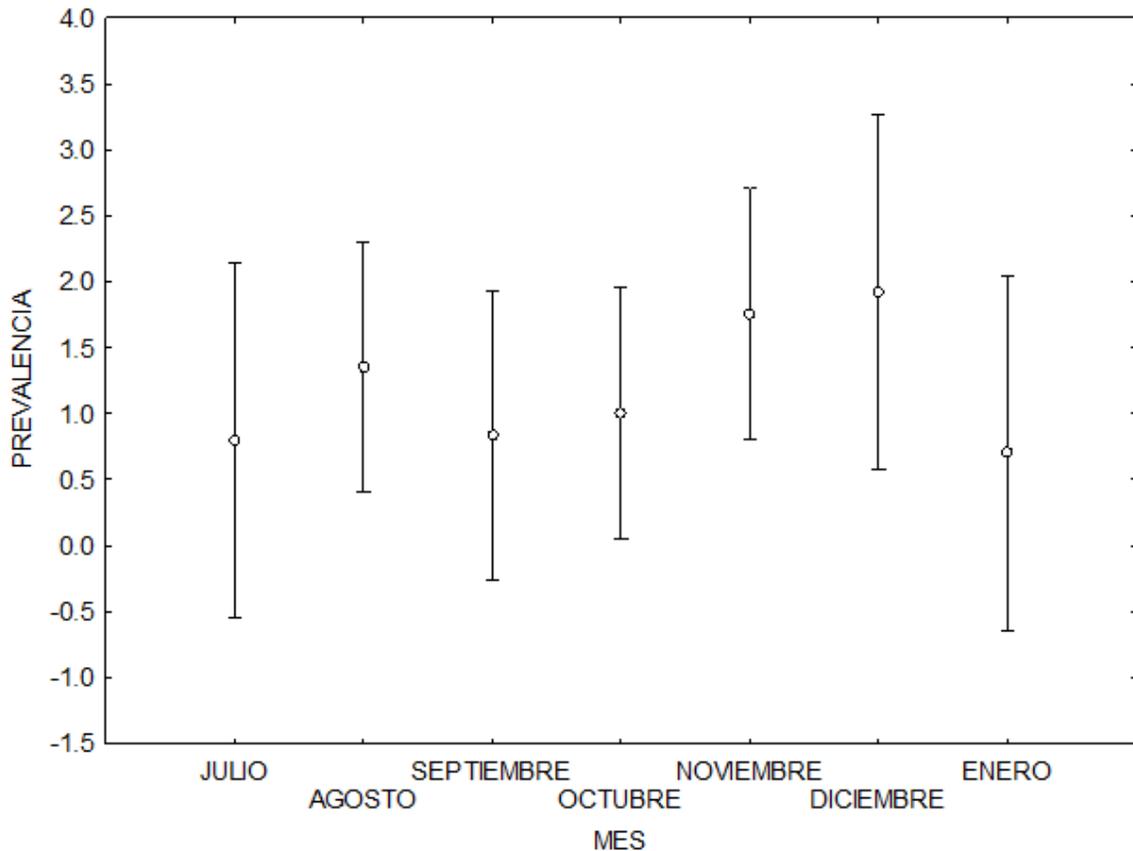


Figura 7. Prevalencia de tortugas (media \pm DS) con fibropapilomas en la temporada de anidación 2022-2023 en Playa Escobilla.

Severidad de los tumores fibroepiteliales

De las 70 tortugas golfinas con fibropapilomas, 62 fueron consideradas para el análisis de severidad. En total se contabilizaron 239 tumores distribuidos en diferentes áreas anatómicas. La mayoría se encontraron en las aletas delanteras (36.82%), seguido por los hombros (33.47%) y el cuello (23.84%). Las áreas anatómicas que presentaron menos tumores fueron el pico (0.41%), los ojos (0.41%) y la cola (0.83%). El tamaño promedio de los tumores varió de acuerdo con la región anatómica. El tumor con mayor tamaño se encontró en el hombro (Tabla III). La mayoría de los fibropapilomas presentaron la forma característica de coliflor (Fig. 8). El 82% (51 individuos) de las tortugas examinadas presentaron una severidad leve, 13% (8 individuos) moderada y 5% (3 individuos) de los casos fueron severos. En la figura 9, se muestran tres tortugas clasificadas de acuerdo con cada categoría del IFP (leve, moderado y severo).

Tabla III. Tamaño de los fibropapilomas por región anatómica * señala el tumor de mayor.

ÁREA	NÚM. DE TUMORES	TAMAÑO MENOR	TAMAÑO MAYOR	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
OJO	1	-	-	-	-
PICO	1	-	-	-	-
CUELLO	57	0.58	10.48	2.83	2.01
HOMBROS	80	0.49	*12.4	2.78	2.51
ALETAS DELANTERAS	88	0.45	11.5	2.79	2.09
ALETAS TRASERAS	3	1.1	3.96	2.32	1.47
CAPARAZÓN	7	1.46	11.1	4.72	4.42
COLA	2	1.63	2.5	2.07	0.61

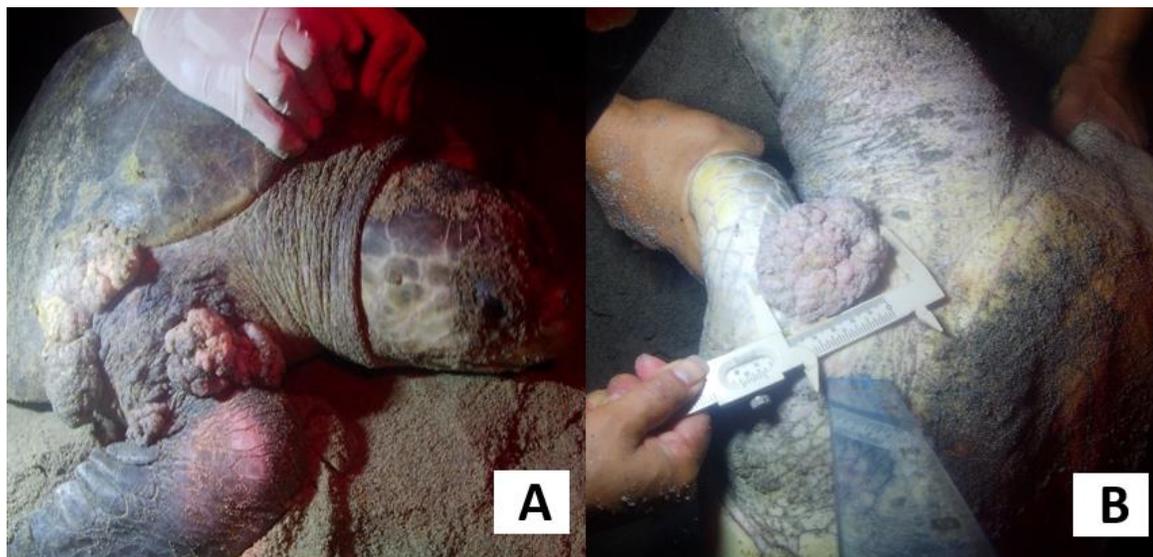


Figura 8. A y B tortugas golfinas (*L. olivacea*) en Playa Escobilla con tumores en forma de coliflor característicos de la enfermedad de la fibropapilomatosis.

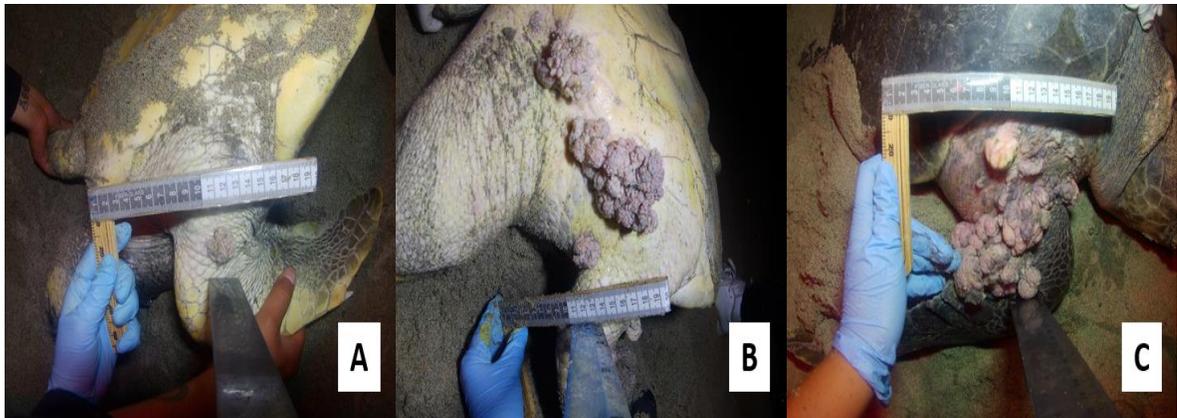


Figura 9. Clasificación de severidad de los fibropapilomas A) leve, B) moderada y C) severa de acuerdo con el Índice de Fibropapilomas propuesto por Rossy *et al.* 2016

Severidad de fibropapilomas respecto a la talla

Se midió el CCL_{max} de un total de 347 hembras anidantes aparentemente sanas (As) (N=285) y con FP (N=62). Las tallas del CCL_{max} de las hembras oscilaron entre 53.8 y 82.7 cm. En las tortugas As, la talla promedio del CCL_{max} (\pm DE) fue de 66.27 ± 2.78 cm mientras que, en las tortugas con FP, la talla promedios del CCL fue de 67.10 ± 3.29 . Con base en el ANOVA, se encontraron diferencias significativas entre las tallas del CCL_{max} de las tortugas As y con FP ($F(1,345)=4.3$, $P=0.04$), por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_A), que establece que las medias de las tallas de las tortugas As y con FP son significativamente diferentes (Fig. 10).

Para determinar la relación entre la talla de las tortugas y la severidad de la enfermedad se determinaron tres clases de tallas las cuales son clase 1: tallas menores a 63.5 cm; clase 2: tallas entre 63.5-69.3 cm; y clase 3: tallas mayores a 69.3) para realizar el análisis de Correspondencia (Fig. 11). De acuerdo con el gráfico perceptual (GP) (Fig. 12), se establecieron dos subgrupos de correspondencia. Se observa que la severidad difiere de acuerdo con la talla de la tortuga. La severidad leve tiene mayor correspondencia con la clase de talla 2 (entre 73.1-86 cm) y 3 (>86.1), mientras que la severidad moderada tiene mayor correspondencia con la clase de talla 1 (tortugas <73.0 cm) (Fig. 11). Para validar el análisis de correspondencia (AC) se estimó el índice Total (IT) y la distribución de probabilidad de X^2 . El valor del IT fue de ~ 0.18161 , al incrementar la magnitud de la IT (~ 1.00), la separación espacial aumenta y no existe tanta correspondencia entre ambas variables. De acuerdo a las hipótesis planteadas para este análisis, se aceptó la hipótesis

alterna (HA), que señala que la aproximación y separación entre el grupo de variables ocurrirán al mismo tiempo en el GP. Con respecto al valor calculado de la distribución de probabilidad de X^2 , se aceptó la hipótesis nula (H_0) debido a que la $X_c^2 = 1.19$ fue menor a la $X_{0.05}^2 = 9.48$, $gl=4$ y un valor de $P=0.87$. Por lo tanto, las variables son independientes, la talla de las tortugas no influye en la severidad de la fibropapilomatosis y en consecuencia, la severidad leve, moderada y severa, se pueden encontrar en cualquier clase de talla.

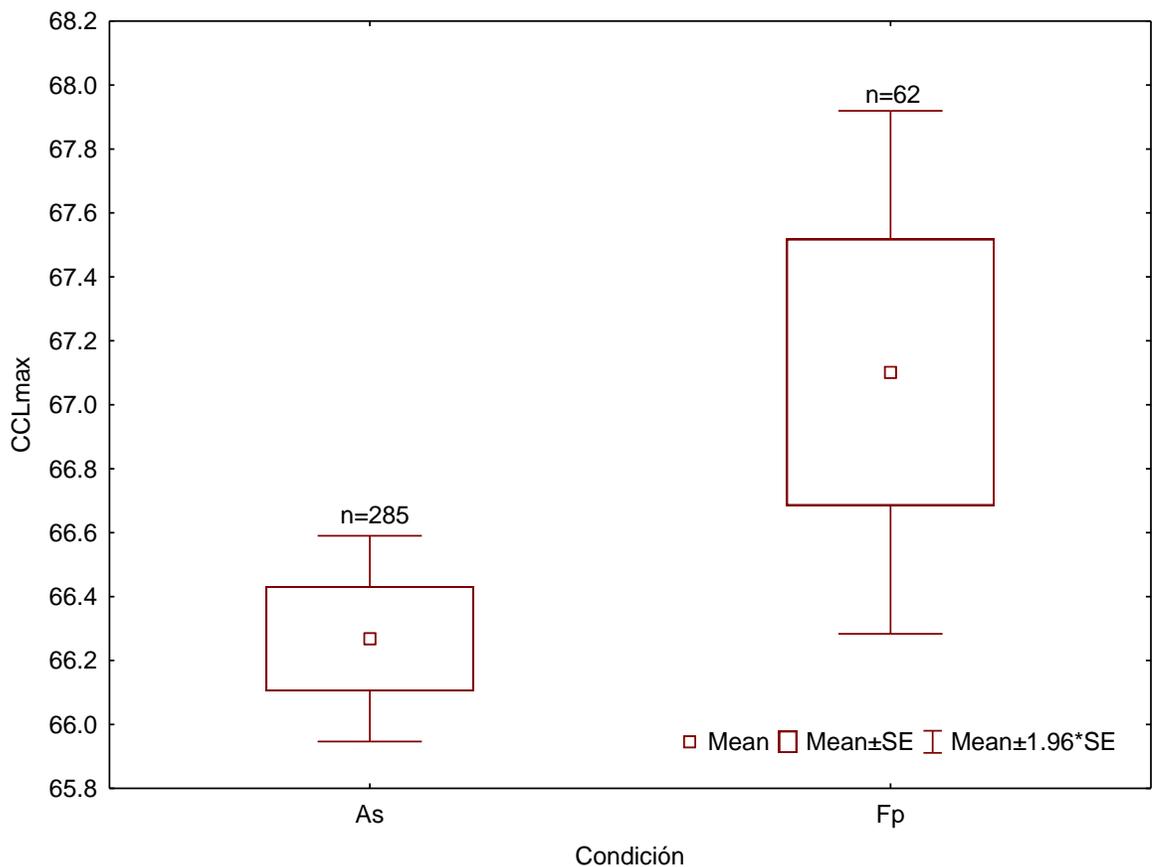


Figura. 10. Medias de las tallas de las tortugas Aparentemente sanas (As) y con fibropapilomatosis (FP).

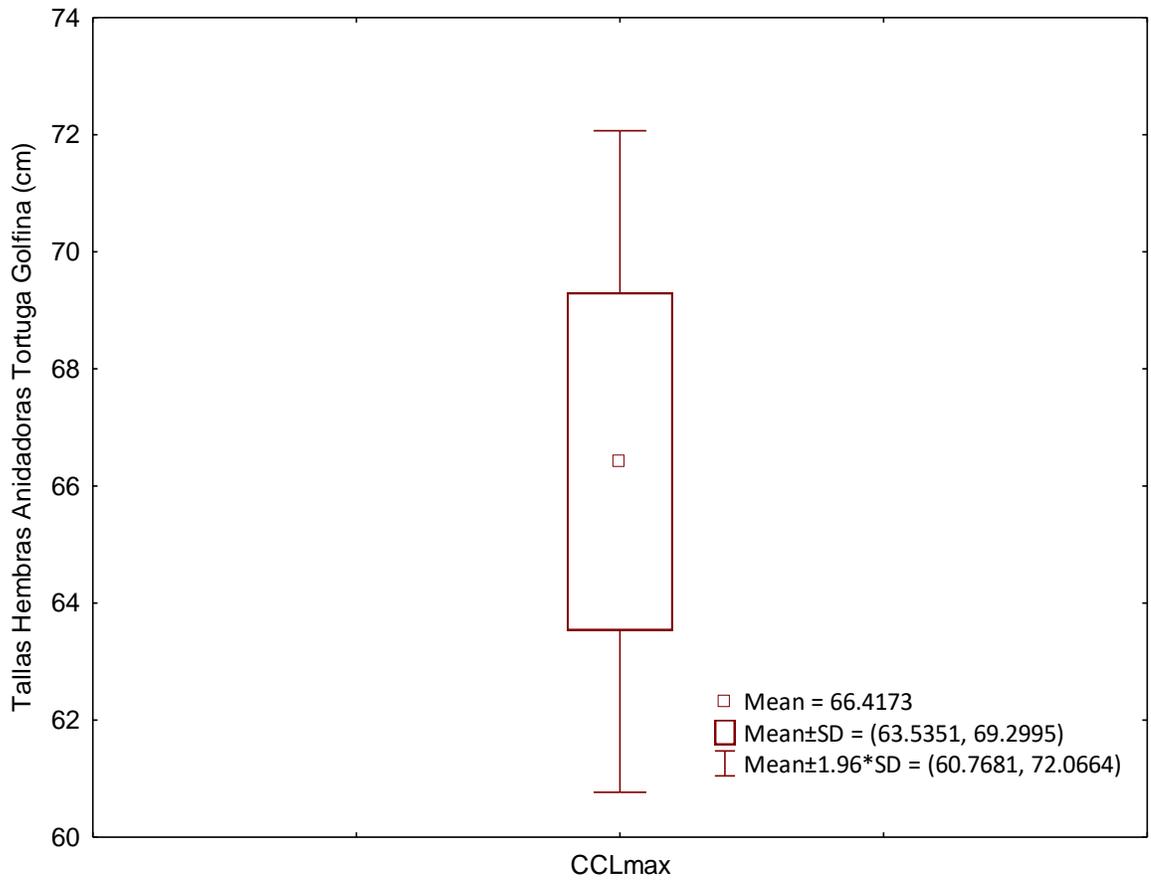


Figura 11. Tallas encontradas en hembras anidadoras. Se muestra con la media.

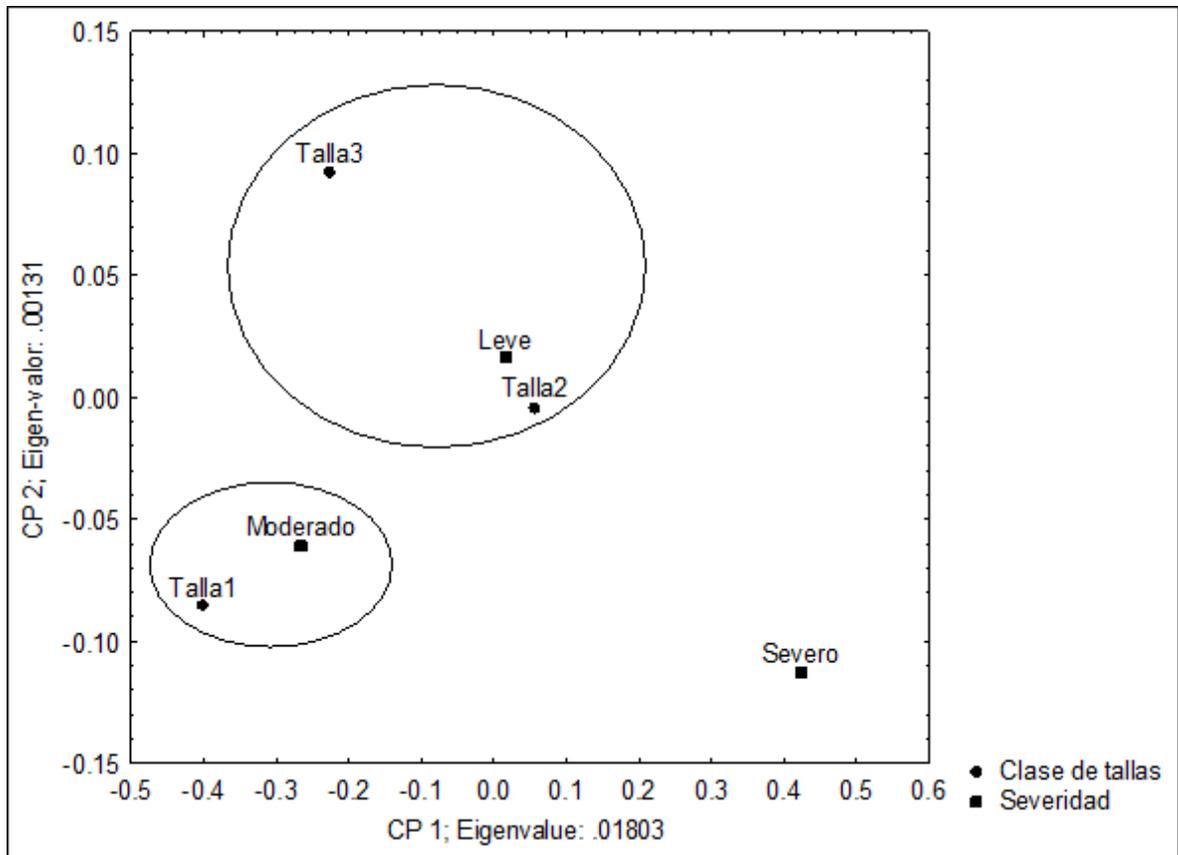


Figura 12. Gráfico perceptual del Análisis de Correspondencia de las tallas (Talla 1 (<73), Talla 2 (73.1-86 cm) y Talla 3 (>86.1)) y severidad (leve, moderado y severo) de tortugas golfinas (*L. olivacea*) en Playa de Escobilla.

Relación entre la presencia de sanguijuelas del género *Ozobranchus* y la fibropapilomatosis en hembras de tortuga golfina

De las 6660 tortugas analizadas, solo el 2.51% (167 tortugas) presentaron sanguijuelas del género *Ozobranchus*. De estas, solo en tres ejemplares (1.80%) se reportó la presencia de lesiones tumorales entre las que se encontraban adheridas las sanguijuelas (Fig. 12). Además, estas tortugas presentaban epibiontes y lesiones características de dermatitis ulcerativas (Fig. 13).

La mayor presencia de tortugas con sanguijuelas se encontró en noviembre (57 tortugas), y en menor cantidad en julio (4 tortugas) y diciembre (5 tortugas) (Fig. 14). Se analizaron 144 tortugas con menos de 10 sanguijuelas y 23 tortugas con más de 10 sanguijuelas. El área anatómica en donde se encontraron con más frecuencia las

sanguijuelas coincide con áreas anatómicas en donde fue frecuente encontrar fibropapilomas como el cuello y hombros (Fig. 15).

Aunque se obtuvieron datos como las tallas de las tortugas, el número de sanguijuelas presentes y la severidad de la enfermedad (Tabla IV), debido a la insuficiencia de datos, no fue posible realizar el análisis correspondiente para determinar la relación entre los ectoparásitos del género *Ozobranchus* y la severidad de la enfermedad.

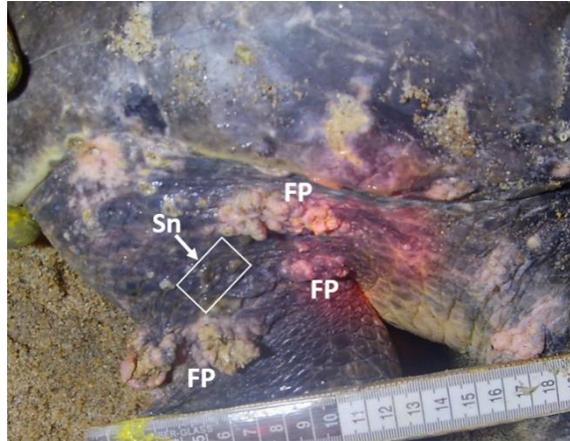


Figura 13. Tortuga golfina (*L. olivacea*) en Playa Escobilla con lesiones por la fibropapilomatosis (FP) en hombro izquierdo con presencia de sanguijuelas (Sn).

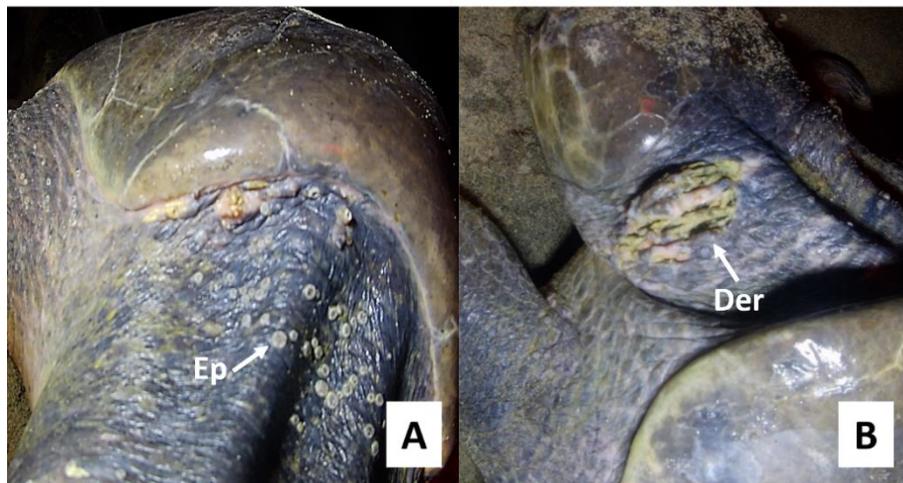


Figura. 14. A) Tortuga *L. olivacea* con epibiontes (Ep) y B) lesiones aparentes de dermatitis ulcerativas (Der)

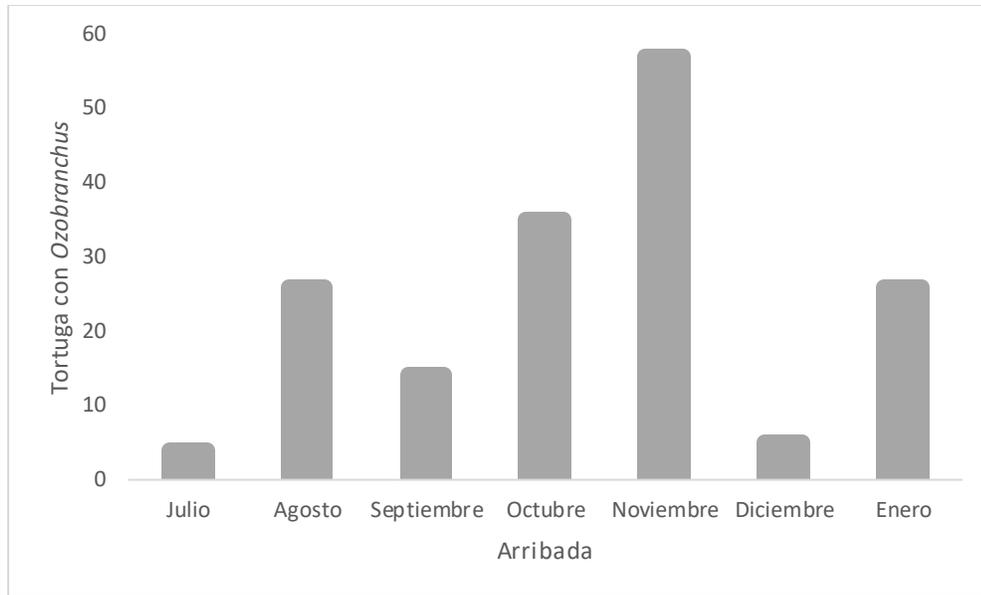


Figura. 15. Registro de tortugas con sanguijuelas del género *Ozobranchus* en la temporada 2022-2023 en Playa Escobilla

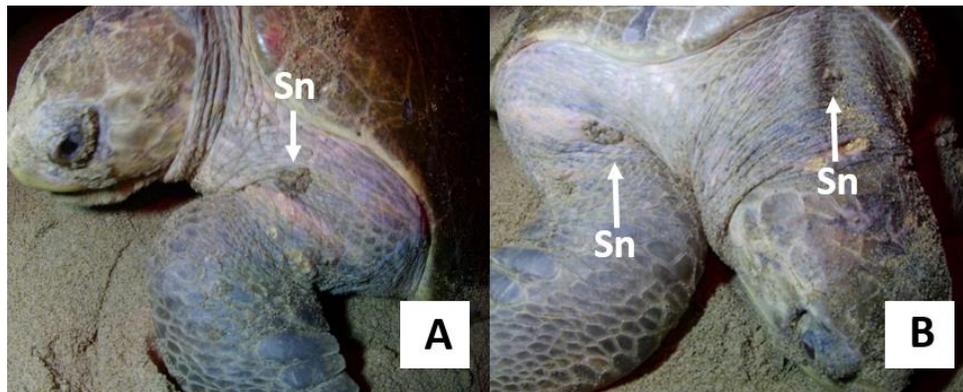


Figura 16. A y B, tortugas con ectoparásitos (sanguijuelas) del género *Ozobranchus*.

Tabla IV. Datos de las tortugas golfinas que presentaron sanguijuelas del género *Ozobranchus*

TORTUGAS GOLFINAS CON SANGUIJUELAS Y FIBROPAPILOMAS

	Tortuga 1	Tortuga 2	Tortuga 3
Arribada	Octubre	Diciembre	Enero
Talla (cm)	69.1	65.1	67.4
Núm. de sanguijuelas	1	>20	>20
Área anatómica con tumor	Cuello	Cuellos y aletas delanteras	Cuellos, aletas delanteras y hombros

Característica de los tumores	Nodular	Forma de coliflor	Formas verrugosas en color gris y en forma de coliflor, color rosa clara
Severidad	Leve	Leve	Moderada
Núm. de tumores	1	3	19
Epibiontes	Crustáceos	Crustáceos	Crustáceos
Lesiones por dermatitis ulcerativas	presente	presente	presente

DISCUSIÓN

Este estudio se enfocó en el análisis de la prevalencia y severidad de los fibropapilomas cutáneos en las hembras anidadoras de la tortuga golfina (*L. olivacea*) en el Santuario Playa Escobilla. A pesar de que Playa Escobilla es reconocida como una de las zonas de anidación masiva más importante para la tortuga golfina, tanto en México como a nivel mundial, y teniendo en cuenta que esta especie se encuentra en clasificada como vulnerable, este estudio representa el primer monitoreo sistematizado que evalúa la prevalencia de fibropapilomatosis (FP) en esta colonia de anidación desde el trabajo realizado por Vasconcelos *et al.* (1998).

Prevalencia de la fibropapilomatosis en tortugas golfinas en Playa Escobilla

Los resultados sugieren que no existe un incremento significativo en la prevalencia de FP en hembras anidadoras de tortuga golfina en Playa Escobilla. Durante la temporada de anidación 2022-2023 se estimó una prevalencia de 1.05%, este valor es similar al 1.5% reportado por Vasconcelos *et al.* (1998) en esta playa en 1997. Es relevante destacar que esta aparente estabilidad en la prevalencia se ha mantenido a pesar del notable aumento en la población de tortugas golfinas en Playa Escobilla, la cual ascendió de aproximadamente 900 mil nidadas en 1997 (Peralta y Luna 2016) a más de un millón en 2023 (Sistema de estimación de arribadas, CONANP, 2023, comunicación personal). Al comparar los resultados con Ostional, Costa Rica (otra playa considerada como un sitio de anidación masiva), también se observa una presencia, pero con incidencia baja de FP en tortugas golfinas (Alonso-Aguirre *et al.* 1999). Este resultado sugiere que una densidad poblacional alta parece no ser un factor que promueva el aumento de la prevalencia de la

fibropapilomatosis en tortugas golfinas o que favorezca la propagación de la infección como lo propuso Adnyana *et al.* (1997).

Foley *et al.* (2005) y Shaver *et al.* (2019) han propuesto que la prevalencia de FP en tortugas marinas podría fluctuar estacionalmente. Se argumenta que estos tumores tienden a desarrollarse más rápidamente durante los meses más cálidos, alcanzando dimensiones críticas hacia el final del verano Herbst (1994). Sin embargo, en el presente estudio, no se encontraron variaciones significativas en la prevalencia de tortugas con FP a lo largo de la temporada de anidación 2022-2023. Esta observación resalta la necesidad de profundizar en el estudio de la FP y su posible vinculación con factores ambientales tales como la temperatura superficial del mar (Dujon *et al.* 2021).

Por otro lado, Adnyana *et al.* (1997) sugiere que el método de investigación es un factor crucial al estudiar la prevalencia de fibropapilomas en tortugas marinas. En las playas de anidación, las tortugas más débiles y enfermas tener menor probabilidad de anidar, lo que podría llevar a una subestimación de la prevalencia de la enfermedad. En contraste, los estudios realizados con tortugas varadas pueden mostrar una prevalencia más alta debido a que tortugas enfermas tienen más probabilidades de quedar varadas. Por lo tanto, es fundamental considerar estos factores al interpretar los resultados de estos estudios y al diseñar futuras investigaciones. Esto subraya la importancia de utilizar múltiples métodos y enfoques para obtener información más precisa de la prevalencia de esta enfermedad en las poblaciones de tortugas marinas.

Severidad de la fibropapilomatosis en tortugas golfinas de Playa Escobilla

En este estudio, se utilizó el índice de fibropapilomatosis propuesto por Rossy *et al.* (2016) para clasificar la severidad de la enfermedad en las tortugas golfinas de Playa Escobilla. Este índice, que considera el número y tamaño de los fibropapilomas en cada organismo, fue originalmente desarrollado para tortugas verdes en las costas de Brasil. En esta investigación, se aplica por primera vez a tortugas golfinas.

De los casos analizados, la mayoría se clasificó como leve (82%), seguidos de los moderados (13%) y, en menor cantidad, los severos (5%). En un estudio realizado por Reséndiz *et al.* (2015) con hembras anidantes en Playa Escobilla, se clasificaron los fibropapilomas de acuerdo con su tamaño, empleando los criterios propuestos por Work y

Balanzs (1999). En total, examinaron 30 tortugas con fibropapilomas, de las cuales el 56.66% fueron casos moderados, el 33.33% leves y el 10% severos. Debido a que los métodos para analizar la severidad no son iguales, no se puede comparar nuestros resultados con los datos anteriores. Sin embargo, es relevante destacar que la comparación de los datos indica una reducción en la incidencia de casos severos. Esto podría estar relacionado con el tamaño y la cantidad de tumores, los cuales pueden contribuir al debilitamiento progresivo de las tortugas, que impiden su capacidad para salir a desovar. Además, es posible que las complicaciones derivadas de la enfermedad sean la causa de la muerte en tortugas con casos severos.

Los estudios para clasificar la severidad de la enfermedad se enfocan principalmente en el tamaño y número de los fibropapilomas, sin embargo, el área anatómica en donde se encuentra el tumor es también un factor importante, por lo que un fibropapiloma pequeño que se encuentre en el un área muy sensible y significativa como un ojo, puede dificultar de manera importante la actividad o incluso poner en riesgo la vida de la tortuga. No obstante, ninguno de los métodos propuestos considera este aspecto (Stacy *et al.* 2018).

En el presente estudio y de acuerdo con el análisis de correspondencia, se encontró que la severidad no está relacionada con el tamaño de la hembra y todas las tallas pueden tener una severidad leve, moderada o severa. No obstante, es importante considerar que este resultado se debe tomar con cautela, debido a que en el muestreo se consideraron solamente hembras adultas, por lo que se sugiere ampliar el muestreo a tallas correspondientes a organismos juveniles. Autores como Muñoz *et al.*, (2022) y Adnyana *et al.*, (1997), señalan que las tortugas verdes juveniles de mayor tamaño tienden a presentar mayor prevalencia de fibropapilomatosis, aunque no se desconoce si existe alguna relación con la severidad.

Ectoparásitos: Sanguijuela del género *Ozobranchus*

En Playa Escobilla, se identificó que, de las 6660 tortugas analizadas, el 2.51% (167 tortugas) presentaban sanguijuelas, ya sea de forma individual o agrupadas. Este porcentaje es menor al reportado en otras playas de México, donde se ha observado que hasta el 28% de las tortugas golfinas presentaban sanguijuelas (Gamez-Vivalvo *et al.* 2006). La mayoría

de las sanguijuelas registradas en nuestro estudio se encontraron en tejidos blandos como el cuello y hombros, lo cual coincide con lo reportado por Hernández- Vázquez y Valadez-González (1998). Es importante notar que estas áreas anatómicas, donde las sanguijuelas se encontraron con mayor frecuencia, coinciden con las zonas donde se detectaron fibropapilomas de manera habitual. Una posible explicación sugiere que las sanguijuelas se encuentran preferentemente en estas zonas debido a que los tejidos blandos tienen una mayor perfusión de sangre y esto proporciona a las sanguijuelas un suministro constante de alimento (Hernández- Vázquez y Valadez-González 1998). Además, estas áreas pueden no requerir que las tortugas salgan del agua, lo que permite a las sanguijuelas permanecer sumergidas (Hernández- Vázquez y Valadez-González 1998). En el caso de las tortugas que presentan tumores, éstos suelen estar muy vascularizados, lo que significa un flujo de sangre abundante (Choy *et al.* 1989), que a su vez podría proporcionar a las sanguijuelas aún más oportunidades para alimentarse.

Durante las revisiones exhaustivas de las hembras de tortugas golfinas, no se observaron lesiones causadas por las sanguijuelas, en contraste con otros estudios (Bunkley-Williams *et al.* 2008, Hernández-Vázquez y Valadez-González 1998). Se ha reportado que cuando las sanguijuelas parasitan a las tortugas, generan daños en la piel, los cuales tienen amplias variaciones en apariencia y gravedad (Davies y Chapman 1974, Schwartz 1974, Hernández-Vázquez y Valadez-González 1998, Bunkley-Williams *et al.* 2008). Esta diferencia observada podría deberse a varios factores, tales como la resistencia del huésped, o la eficacia y la cantidad de parásitos. En el presente estudio, la mayoría de las tortugas presentaban menos de 10 sanguijuelas mientras que en otras investigaciones se ha registrado la presencia de hasta 1,000 sanguijuelas del género *O. margoi* en individuos de las tortugas Carey y Caguama (Davies y Chapman 1974, Schwartz 1974, Bunkley-Williams *et al.* 2008). Choy *et al.* (1989) sugieren que las tortugas saludables cuentan con mecanismos naturales para disuadir o eliminar a las sanguijuelas, por lo tanto, la ausencia de lesiones en las tortugas golfinas, podría estar relacionada con su capacidad de resistencia a los parásitos.

En este estudio, se buscaba determinar la relación entre la presencia de sanguijuelas y la severidad de la fibropapilomatosis en tortugas golfinas. Sin embargo, debido a la poca

cantidad de tortugas con fibropapilomas y parasitismo no fue posible obtener datos suficientes para realizar un análisis robusto y concluyente que permitiera determinar el papel de las sanguijuelas del género *Ozobranchus* como vector del virus ChAHV5.

Las tres tortugas que presentaron tanto sanguijuelas como fibropapilomas midieron entre 65 y 69 cm de largo curvo del caparazón (LCC) cm. Dos de ellas se clasificaron en la categoría leve según el IFP, y una de estas tortugas tenía más de 20 sanguijuelas. Además, se identificó una tortuga en la categoría moderada del IFP, que también presentaba más de 20 sanguijuelas. Es relevante mencionar que las tres tortugas también mostraban lesiones por dermatitis ulcerativa y otros epibiontes, como crustáceos. Por lo tanto, aunque no se pudo determinar una relación definitiva entre la presencia de *Ozobranchus* y la severidad de los fibropapilomas, estos hallazgos sugieren una compleja interacción entre los parásitos, las lesiones cutáneas y la salud general de las tortugas.

Debido a la limitación de los datos obtenidos, el papel de las sanguijuelas del género *Ozobranchus* como vector mecánico en la transmisión del ChAHV5 sigue siendo no concluyente. Es importante continuar con el muestreo y la recopilación de los datos para realizar análisis más detallados en el futuro y determinar si estos organismos pueden actuar como vectores para transmitir el virus. No obstante, los datos en este estudio proporcionan información valiosa y pueden ser útiles para futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

La prevalencia de fibropapilomatosis en las tortugas golfinas (*L. olivacea*) es relativamente baja en comparación a la prevalencia reportada en diversas poblaciones de tortuga verde (*C. mydas*). En el Santuario Playa Escobilla, a pesar de la alta densidad y al incremento poblacional de tortugas golfinas se encontró una prevalencia menor al 2%. A lo largo del periodo de muestreo, que se extendió desde julio de 2022 hasta enero de 2023, no se encontraron diferencias significativas en la prevalencia de la FP entre los meses de muestreo. En cuanto a la severidad de la enfermedad, se observó que predominan los casos leves (82%), mientras que los casos moderados (13%) y severos (5%) fueron escasos. Un aspecto relevante es que la talla de las tortugas no tuvo impacto en la severidad de la enfermedad. Sin embargo, esta observación podría deberse a que todas las tortugas analizadas se encontraban dentro del rango de tallas correspondiente a hembras adultas. En

las tortugas examinadas, se detectaron sanguijuelas del género *Ozobranchus*, las cuales se han vinculado con la transmisión del ChAHV5 asociado con la enfermedad. Sin embargo, debido a la insuficiencia de datos obtenidos no se pudo determinar si existe una relación entre la presencia de estos ectoparásitos y la severidad de la enfermedad. No obstante, se observó que la presencia de sanguijuelas era común en las áreas anatómicas donde es común encontrar fibropapilomas.

Dada la relevancia ecológica, económica y cultural de las tortugas, es necesario continuar con el monitoreo de esta población para verificar si no se incrementan la prevalencia y los casos severos, dado que esta enfermedad puede tener un desarrollo progresivo. Además, es posible que la escasez de casos severos se deba a las dificultades que enfrentan las tortugas enfermas para llegar a la playa. Es importante tener en cuenta que esta enfermedad puede poner en riesgo la supervivencia de la especie.

REFERENCIAS

- Abreu-Grobois, F. 1999. Genética poblacional y filogeografía de las tortugas marinas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) y laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G007. México D. F.
- Adnyana W., P. Ladds y D. Blair. 1997. Observations of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in Indonesia. *Australian Veterinary Journal* 75, 737–742.
- Alfaro-Núñez, A., M. F. Bertelsen, A. M. Bojesen, I. Rasmussen, L. Zepeda Mendoza, M. T. Olsen y M. T. Pius Gilbert. 2014. Global distribution of Chelonid fibropapiloma-associated herpesvirus among clinically healthy sea turtles. *BioMed Central Evolutionary Biology* 14:206 <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/14/206>.

- Alonso-Aguirre A., T. R. Spraker, A. Chaves, L. Du Toit, W. Eure y G. H. Balazs. 1999. Pathology of fibropapillomatosis in olive Ridley turtles *Lepidocelys olivacea* nesting in Costa Rica. *Journal of Aquatic Animal Health* 11:283-289.
- Alonso-Aguirre, A. y P. Lutz. 2004. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: Is fibropapillomatosis an indicator?. *Ecohealth* 1: 275–283. DOI: 10.1007/s10393-004-0097-3.
- Anonimo. 2009. Estudio previo justificativo para establecer el área natural protegida en categoría de Santuario Playa de Escobilla, Santa María Tonameca, Oaxaca,
- Badillo-Amador F. J. 2007. Epizoítos y parásitos de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en el mediterráneo occidental. Tesis Doctorado. Universitat de Valencia. España.
- Báez, J. C., J. A. Camiñas y A. Flores Moya. 2005. La tortuga boba: todo un ecosistema marino. *SPIN CERO* 9:39-41.
- Balazs G. y S. Pooley. 1991. Research plan for marine turtle fibropapilloma. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-156, Honolulu, Hawaii, 113 pp.
- Balazs G. y S. Pooley. 1991. Research plan for marine turtle fibropapilloma. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-156, Honolulu, Hawaii, 113 pp.
- Balladares, C., E. Marín, N. Espinoza-Rodríguez y H. Barrios-Garrido. 2017. Prevalence of fibropapillomatosis on stranded sea turtles in the Venezuela coast. *Revista Bio Ciencias* 4(4). <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.04.02>.

- Balladares, C., E. Marín, N. Espinoza-Rodríguez y H. Barrios-Garrido. 2017. Prevalence of fibropapillomatosis on stranded sea turtles in the Venezuela coast . *Revista Bio Ciencias* 4(4). <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.04.02>.
- Branes-Chaves, L. 2006. Contribución a la determinación de la etiología de la fibropapilomatosis de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) que anida en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Ostional. . Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Medicina Veterinaria. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Bunkley-Williams, L., E. H. Williams Jr., J. A. Horrocks, H. C. Horta, A. A. Mugnucci Giannoni y A. C. Poponi. 2008. New Leeches and Diseases for the Hawksbill Sea Turtle and the West Indies. *Comparative Parasitology* 75(2):263-270.
- Cabrera-Ramírez M., A. Carranza-Edwards y E. Quintero de Leonardo. 2018. Influencia del aporte sedimentario del río Cozoaltepec en la anidación de tortugas en la playa La Escobilla en Oaxaca, en el Pacífico mexicano. *Hidrobiológica*. 28 (1): 71-81
- Canal-Díaz, Neus. 2006. Técnicas de Muestreo. Sesgos Más Frecuentes. *Revista Seden*. 9(4). <http://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- Casey, R. N., S. L. Quackenbush, T. M. Work, G. H. Balazs, P. R. Bowser y J. W. Casey. 1997. Evidence for retrovirus infections in green turtles *Chelonia mydas* from the Hawaiian islands. *DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS*. 31:1-7.
- Chaloupka M., G. Balazs y T. Work. 2009. *Rise and Fall over 26 Years of a Marine Epizootic in Hawaiian*. *BioOne. Journal of Wildlife Diseases*, 45(4):1138-1142.
- Chaloupka M., T. Work, G. Balazs, S. Murakawa y R. Morris. (2008). *Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtles strandings in the Hawaiian*

Archipelago (1982-2003). Marine Biology 154: 887 – 898. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00227-008-0981-4>.

Choy, B. K. y G. H. Balazs. 1989. A new therapy for marine turtles parasitized by the piscicolid leech, *Ozobranchus branchiatus*. Herpetological Review 20(4):89-90.

Cornelius, S. y D. Robinson. 1985. Abundance, distribution, and movements of olive ridley sea turtles in Costa Rica, III. U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species Report 13, Albuquerque, New Mexico, 52 pp.

Corona-Barrera, E. 2012. Herramientas epidemiológicas para medir enfermedad. p 89. XLVII Congreso Nacional AMVEC, A. C. Guadalajara, Jalisco, México.

Davies, R. W. 1978. The morphology of *Ozobranchus margo* (Apathy) (Hirudinoidea), a parasite of marine turtles. The Journal of Parasitology 64(6):1092-1096 <http://www.jstor.org/stable/3279733>.

Davies, R. W. y C. G. Chapman. 1974. First record from North America of the Piscicolid leech, *Ozobranchus margo*, a Parasite of marine turtles. Fisheries research board of Canada. 31(1):104-106.

Davison, A.J. 2002. Evolution of the herpesviruses. Veterinary microbiology. 86: 69–88.

De Blas, I., I. Ruíz-Zarzuela, B. Bayot y C. Ferreira. 2007. Manual de epidemiología veterinaria. Universidad de Zaragoza. 180 pp.

DOF (Diario Oficial de la Federación). (1986). Decreto por el que se determinan como zona de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina, los lugares en que anida y desova dicha especie. México. Consultado el 28 de noviembre de 2023: <https://www.dof.gob.mx>.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2022. Modificación del Decreto por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares en que anida y desova dicha especie. . Consultado el 10 de diciembre de 2023 https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5670920&fecha=09/11/2022&print=true

Dujon A. M., G. Schofield, R. M. Venegas, F. Thomas y B. Ujvari. 2021. Sea turtles in the cancer risk landscape: a global meta-analysis of fibropapillomatosis prevalence and associated risk factors *Pathogens* 10(10):1295.

Ehrhart L.M, W.E. Redfoot y A.B. Bagley. 2000. Green turtles in three developmental habitats of the Florida Atlantic Coast: population structure, fibropapillomatosis and post-juvenile migratory destinations. *In: Abreu-Grobois F.A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez & L. Sarti. Proceedings of the 18th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.*

Ene, A., M. Su, S. Lemaire, C. Rose, S. Schaff, R. Moretti, J. Lenz y L. Herbst. 2005. Distribution of Chelonid Fibropapillomatosis-associated herpesvirus variants in Florida: Molecular Genetic evidence for infection of turtles following recruitment to neritic developmental habitats. *Journal of Wildlife Diseases* 41(3):489-497. DOI: <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-41.3.489>.

Espinoza J., E. Hernández, M.M. Lara-Uc, E, Reséndiz, A. Alfaro-Nuñez, S. Hori-Oshima y G. Medina-Basulto. 2020. Genetic analysis of Chelonid Herpesvirus 5 in Marine Turtles from Baja California Peninsula. *EcoHealth*. 17:258-263.

Fajardo-Gutiérrez A. 2017. Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Revista Alergia México*. 64(1):109-120.

- Foley A. M., B. A. Schroeder, A. E. Redlow, K. J. Fick-Child y W. G. Teas. 2005. Fibropapillomatosis in stranded green turtles (*Chelonia mydas*) from the eastern United States (1980–98): trends and associations with environmental factors. *Journal of Wildlife Diseases*, 41(1): 29–41.
- Frazier J., D. Margaritoulis. K. Muldoon, C. W. Potter, J. Roseater. C. Ruckdeschel y S. Salas. 1985. Epizoan Communities on Marine Turtles. *Marine Ecology*. 6(2):12-140.
- Frick, M. G. y J. B. Pfaller. 2013. Sea Turtle Epibiosis. Pp: 399-426 *In*: Wyneken, J., K. J. Lohmann, J. A. Musick (ed.), *The biology of Sea Turtles Vol.III*. CRC Press. New York.
- Gómez-Vivaldo S., D. Osorio Sarabia, C. Peñaflores Salazar, A. García Hernández y J. Ramírez Lezama. 2006. Identificación de parásitos y epibiontes de la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*) que arribó a playas de Michoacán y Oaxaca, México. *Veterinaria México* 37(4): 431-440. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42337403>.
- Gómez-Vivaldo, S., L. J. García Márquez, D. Osorio Sarabia, J. L. Vázquez García y F. Constantino Casas. 2009. Patología de las tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*) que arribaron a las playas de Cuyutlán, Colima, México. *Veterinaria México* 40(1):69-78.
- George, R. H. 1996. 14. Health Problems and Diseases of sea turtles. Pp: 363-382 *In*: Lutz y Musick. *The biology of sea turtles*. CRC PRESS. New york.
- Green R. J., T. M. Work, G. H. Balazs, C. A. Sutt, R. N. Casey y J. W. Casey. 2004. The *Ozobranchus* leech is a candidate mechanical vector for the fibropapilloma-associated turtle herpesvirus found latently infecting skin tumor son Hawaiian

green turtles (*Chelonia mydas*). *Virology*. 321:101-110.
doi:10.1016/j.virol.2003.12.026.

Greenblatt, R. J., T. M. Work, G. H. Balazs, C. A. Sutton, R. N. Casey y J. W. Casey. 2004. The *Ozobranchus* leech is a candidate mechanical vector for the fibropapilloma-associated turtle herpesvirus found latently infecting skin tumors on Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*). *ELSEVIER* 321: 101-110.
doi:10.1016/j.virol.2003.12.026.

Guada, H. J., P. J. Vernet, M. De Santana, A. Santana y E. M. De Aguilar. 1991. Fibropapilomas in a green turtle captured off Península de Paraguaná, Falcon State, Venezuela. *Marine Turtle Newsletter* 52: 24.

Herbst, L. 1994. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases*, 4: 389-495.

Herbst, L., A. Ene, M. Su, R. Dasalle y J. Lenz. 2004. Tumor outbreaks in marine turtles are not due to recent herpesvirus mutations. *Biología actual* 14(17): R697-R699
DOI:10.1016/j.cub.2004.08.040.

Hernández-Vázquez, S. y C. Valadez-González. 1998. Observaciones de los epizoarios encontrados sobre la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en Gloria, Jalisco, México. *Ciencia Marinas*. 24(1):119-125.

Hirama S. y L. M. Ehrhart. 2007. Description, prevalence and severity of Green Turtle fibropapillomatosis in three developmental habitats on the East Coast of Florida. *Florida Scientist*. 70(4): 435-448.

Huerta, P., H. Pineda, A. Aguirre, T. Spraker, L. Sarti y A. Barragan. 2002. First confirmed case of fibropapilloma in a leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). In: *Proceedings of the 20th international sea turtle symposium*. (NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC-). U.S. Department of Commerce. Orlando, Fla.

- IUCN. 2008. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/11534/3292503>.
- Jacobson E. R., J. L. Mansell, J. P. Sundberg, L. Hajarr, M. E. Reichmann, L. M. Ehrhart y F Murrus. 1989. Cutaneous fibropapillomas of green turtles, *Chelonia mydas*. *Journal of Comparative Pathology* 101:39–52.
- Jones K., E. Ariel, G. Burgess, M. Read. 2016. A review of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*). *Te Veterinary Journal*. 212:48-57. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.tvjl.2015.10.041>.
- Labrada-Martagón V., F. Muñoz-Tenería y T. Zenteno-Savín. 2017. Oxidative stress and hematological parameters in green turtle *Chelonia mydas* afflicted with fibropapilloma in Mexican Caribbean. p. 421–429, *In*: Zavala JL, Villafaña J, Espinoza FM (eds.), *Capítulos Temáticos de Biología, Química y Agronomía. Ciencia e innovación para la salud*. Mexico: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Lackovich, J. K., D. R. Brown, B. L. Homer, R. Brown, B. L. Homer, R. L. Garber, D. R. Mader, R. H. Moretti, A. D. Patterson, L. H. Herbst, J. Oros, E. R. Jacobson, S. S. Curry y P. A. Klein. 1999. Association of herpesvirus with fibropapillomatosis of the green turtle *Chelonia mydas* and the loggerhead turtle *Caretta carretta* in Florida. *DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS*. 3:89-97.
- Lazcano, Ponce E., M. Téllez Rojo Solís, M. Hernández Ávila & S. López Moreno. 2007. *Epidemiología. Diseño y análisis de estudios*. Cuernavaca, Mexico: Instituto Nacional de Salud Pública. 397 pp.
- Lobato-Yáñez, B. 2015. Caracterización de las playas La Escobilla y Morro Ayuta como sitios de anidación masiva de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholzyz 1829), Oaxaca. Tesis de Maestría, Universidad del Mar. Puerto Ángel. Oaxaca, México.

- Lu, Y., Y. Wang, Q. Yu, A.A. Aguirre, G.H. Balazs, V.R. Nerurkar y R. Yangihara. 2000. Detection of herpesviral sequences in tissues of green turtles with fibropapilloma by polymerase chain reaction. *Archives of Virology* 145:1885–1893. doi: 10.1007/s007050070063.
- Manes C., D. Pinton, A. Canestrelli y Capua. Occurrence of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in relation to environmental changes in coastal ecosystems in Texas and Florida: a retrospective study. *Animals (Basel)*. 12(10):1236. Doi:10.3390/ani12101236.
- Márquez M. R. 1990. FAO species catalogue. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species know to date. FAO Fisheries Synopsis 11(125): 81.
- Márquez, R., A. Villanueva y C. Peñaflores. 1976. INP. Sinop. Pesca, (2):61p Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) en México.
- Mashkour, N., K. Jones, W. Wirth, G. Burgess y E. Ariel. 2021. The concurrent detection of Chelonid alphaherpesvirus 5 and *Chelonia mydas* Papillomavirus 1 in tumoured and on-tumoured green turtles. *Animals* 11(3): 697. <https://doi.org/10.3390/ani11030697>.
- Milton, S.L. y P. L. Lutz P. 1996. 6. Physiological and genetic responses to environmental stress Pp:163-187. *In*: Lutz y Musick, The biology of sea turtles. Vol. II. CRC Press.
- Moreno-Altamirano A., S. López-Moreno y M. Hernández-Avila. 2007. III. Principales medidas. Pp: 33-50. *In*; Hernández-Avila M. Epidemiología. Diseño y análisis de estudios. Ed. Panamericana.

- Moreno-Casasola, P., H. López-Rosas, D. Infante-Mata, I. Espejel, O. Jiménez Revelo, N. Rodríguez-Revelo, V. E. Espejel Gonzáles, M. L. Martínez, R. Monroy. 2014. Oaxaca: Diagnóstico de la dunas costeras de México. CONAFOR. D.F. México. 241-252 Pp .
- Morrison, C. L., L. Iwanowicz, T. M. Work, E. fahsbender, M. Breitbart, C. Adams, D. Iwanowicz. L. Sanders, M. Ackermann y R. S. Cornman. 2018. Genomic evolution, recombination, and inter-strain diversity of chelonid alphaherpesvirus 5 from Florida and Hawaii Green sea turtles with fibropapilomas. PubMed Central. doi: [10.7717/peerj.4386](https://doi.org/10.7717/peerj.4386).
- Morrison, C. L., L. Iwanowicz, T. M. Work, E. fahsbender, M. Breitbart, C. Adams, D. Iwanowicz. L. Sanders, M. Ackermann y R. S. Cornman. 2018. Genomic evolution, recombination, and inter-strain diversity of chelonid alphaherpesvirus 5 from Florida and Hawaii Green sea turtles with fibropapillomatosis. PeerJ 6:e4386. doi: [10.7717/peerj.4386](https://doi.org/10.7717/peerj.4386).
- Muñoz, Tenería F., V. Labrada-Martagón, R. Herrera-Pavón, T. Work, E. González-Ballesteros, A. Negrete-Philippe y G. Maldonado-Saldaña. 2022. Fibropapillomatosis dynamics in green sea turtles *Chelonia mydas* over 15 years of monitoring in Akumal Bay, Quintana Roo, México. Diseases of Aquatic Organisms 149: 133–143. <https://doi.org/10.3354/dao03669>.
- Nigrelli, R F. y G. M. Smith. 1943. The occurrence of leeches, *Ozobranchus branchiatus* (Menzies), on Fibro-Epithelial Tumors of Marine Turtles, *Chelonia mydas* (Linnaeus). Zoologica: scientific contributions of the New York Zoological Society 28(14):107-108. DOI: <https://doi.org/10.5962/p.203558>.
- Ocana M., M. Harfush-Melendez y S. Heppell. 2012. Mass nesting of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* at La Escobilla, Mexico: linking nest density and

rates of destruction. *Endang Species Res* 16:45-54.
<https://doi.org/10.3354/esr00388>.

Oceguera, Figueroa A., F. Ruíz Escobar y G. Torres-Carrera. 2021. 24. Hirudinida Lamark, 1818. Pp:347-353 *In*: León González J.A., J. R. BastidaZavala, L. F, Carrera Parra, M. E. García Garza, S. I. Salazar-Vallejo, V. Solís Weiss y M. A, Tovar Hernández. Anélidos marinos de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Patrício, A. R., L. H. Herbst, A. Duarte, X. Vélez-Zuazo, N. Santos Loureiro, N. Pereira, L. Tavares y G. A. Toranzos. 2012. Global phylogeography and evolution of chelonid fibropapilloma-associated herpesvirus. *Journal of General Virology*. 2012;93:1035–1045. doi: 10.1099/vir.0.038950-0.

Peralta B. E. y M. T. Luna. 2016. 4. Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Pp: 81-101 *In*: Gaona y Barragan. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Plotkin, P. 1996. 8. Adult migrations and habitat use. Pp: 225-241 *In*: Lutz y Musick, The biology of sea turtles. Vol. II. CRC PRESS. New york.

Poli C., L. López, D. Mezquita, C. Saska y R. Mascarenhas. 2014. Patterns and inferred processes associated with sea turtles strandings in Paraiba State, Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 74(2): 283-289.
https://www.researchgate.net/publication/265136052_Patterns_and_inferred_processes_associated_with_sea_turtle_strandings_in_Paraiba_State_Northeast_Brazil.

Quackenbush, S. L., T. M. Work, G. H. Balazs. R. N. Casey, J. Rovnak, A. Caves, L. Dutoit, J. D. Baines, C. R. Parrish, P. R. Bowser y J.W. Casey. 1998. Three closely related herpesviruses are associated wit fibropapillomatosis in marine turtles. *Virology* 246(2):392-399.

- Reséndiz E., S. Flores Ramírez, V. Koch y A. Cordero Tapia. 2016. First Record of Fibropapillomatosis in a Green Turtle *Chelonia mydas* from the Baja California Peninsula. First Record of Fibropapillomatosis in a Green Turtle *Chelonia mydas* from the Baja California Peninsula, *Journal of Aquatic Animal Health* 28(4): 252-257. DOI: <https://doi.org/10.1080/08997659.2016.1223207>.
- Reséndiz, E., C. Cedillo-Peláez, M. Harfush-Meléndez, C. Salas-Garrido y F. Constantino-Casas. 2015. Caracterización macroscópica, microscópica y ultraestructural de fibropapilomas de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) de la paya "Escobilla" Oaxaca. *Ciencia y Mar* XXIV (56): 3-1.
- Reséndiz, E., H. Fernández-Sanz, J. Espinoza y C. Cedillo-Paláez. 2022. Fibropapilomatosis en tortugas marinas: una visión de conjunto. *Revista de Investigaciones Marinas* 42 (1): 115-137.
- Retamal P., P. Abalos y F. Fredes. 2022. Enfermedades animales producidas por agentes biológicos. Editorial Universitaria Chile. 266 pp.
- Rittenburg, L. T., J. R. Kelley, K. L. Mansfield y A. E. Savage. 2021. Marine leech parasitismo f sea turtles varies across host species, seasons, and the tumor disease fibropapilomatosis. *DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS*. 143:1-12. <https://doi.org/10.3354/dao03549>.
- Rossi S., A. Sánchez-Sarmiento, R. Guimarães-dos Santos, R. Zamana, F. Setiem-Prioste, M. Gattamorta y E. Matushima. 2019. Monitoring green sea turtles in Brazilian feeding areas: relating body condition index to fibropapillomatosis prevalence. *J Mar Biol Assoc UK* 99(8):1879–1887. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315419000730>.
- Rossi, S., A. Sánchez-Sarmiento, R. Thijl Vanstreels, R. dos Santos, F. Setim Prioste, M. Gattamorta y E. Matushima. 2016. Challenges in Evaluating the Severity of

Fibropapillomatosis: A Proposal for Objective Index and Score System for Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) in Brazil. PLoS ONE 11(12): e0167632. doi:10.1371/journal.pone.0167632.

Ruiz-Morales, A. y L. E. Morillo Zárate. 2004. Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada. Ed. Médica Panamericana. 576 pp.

Sánchez-Sarmiento, A. M., S. Rossi, R. E. Thijl Vanstreels, R. G. Dos Santos, C. Baptistotte, J. H. Becker, E. H. S. Moreira Lima y E. R. Matushima. 2012. Distribución anatómica de fibropapilomas en tortugas verdes, *Chelonia mydas* (Testudines, Cheloniidae), capturadas en la costa brasilera. p. 138, *In*: 2º congreso latino americano de rehabilitacao de fauna marinha. Rio Grande. Brasil.

Sawyer R. T., A. R. Lawler y R. M. Overstreet. 1975. Marine Leeches of the Eastern United States and the Gulf of Mexico with a key to the Species. Journal of Natural History 9(6): 633-667. doi: 10.1080/00222937500770531.

Schwartz, F. J. 1974. The marine leech *Ozobranchus margo* (Hirudinea: Piscicolidae), epizootic on *Chelonia* and *Caretta* sea turtles from North Carolina. J. Parasitol. 60(5): 889-890.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías en riesgo y especificaciones para inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación. Consultado el 22 de junio de 2023: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>.

Shaver D. J., J. S. Walker y T. F. Backof. 2019. *Fibropapillomatosis prevalence and distribution in green turtles Chelonia mydas in Texas (USA)*. Dis Aquat Org. 136(2):175–182. <https://doi.org/10.3354/dao03403>.

- Smith, G. y C. Coates. 1938. Fibro-epitelial growths of the skin in large marine turtles *Chelonia mydas* (Linneaus). *Zoologica* (NY) 23:93-98.
- Stacy, B. A., A. M. Foley, T. M. Work, A. M. Lauritsen, B. A. Schroeder, S. K. Hargrove y J. L. Keene. 2018. Report of the technical expert workshop: developing recommendations for field response, captive management, and rehabilitation of sea turtles with fibropapillomatosis. U.S. Departamento of Commerce, National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum NMFS OPR-60, 56 pp.
- StatSoft, Inc. 2007. Statistica (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Suárez-Domínguez E., I. Martínez-Serrano, N. Righini, Chamlaty-Fayad, E. Bello-Sánchez, y A. Ramos-Díaz. 2020. Fibropapillomatosis en tortuga verde (*Chelonia mydas*) de vida libre en la costa central de Veracruz, México. *Ciencias Marinas* 46(2):133-143. <https://doi.org/10.7773/cm.v46i2.3043>.
- Tortora, G. J., B. R. Funke y C. L. Case. 2007. Introducción a la microbiología. Ed - Médica Panamericana. 959 pp.
- Tristan, T., D.J. Shaver, J. Kimbro, T. deMaar, T. Metz y A. Amos. 2010. Identiffication of fibropapillomatosis in Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) on the Texas Coast. *Journal off Herpetological Medicine and Surgery* 20(4): 109-112.
- Vanstreels R.E.T, A. Durant, A.P. Santos, R. G. Santos, A. M. S. Sarmiento, S. Rossi, F. E Setim, M. A. Gattamorta, E. R. Matushina, L. F. S. P. Mayorga y M. M. Uhart. 2023. Exploring the relationship beteen enviromental drivers and the manifestation of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in Eastern Brazil. *PLoS ONE* 18(8): e0290312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290312>.

- Vasconcelos J., E. Albavera, E. M. López, P. Hernández y C. Peñaflores. 1998. First assessment on tumors incidence in nesting females of olive Ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea*, at La Escobilla beach, Oaxaca, Mexico. p 27, *In*: Proceedings of the eighteenth international sea turtle symposium. Mazatlán, Sinaloa, México
- Vega, Hernández A., H. Fernández-Sanz, A. Colin, A. Mancini, J.A. Guevara-Franco y E. Reséndiz. 2024. Primer registro de lesiones epiteliales sugerentes de fibropapilomatosis en tortugas Golfinas (*Lepidochelys olivacea*) anidadoras en Baja California Sur, México. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud XXVI*: 266-273. DOI: 10.18633/biotecnica.v26.2163.
- Violante, Huerta M. 2018. Epibiosis in the large marine vertebrates from Mexico: a review and their ecosystemic relevance. *Revista peruana de biología* 25(3):335-342. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i3.14786>.
- Vivanco M. Muestreo Estadístico. 2005. Diseño y Aplicaciones. Editorial Universitaria. 209 pp.
- Wood, F. y J. Wood. 1993. Release and recapture of captive-reared green sea turtles, *Chelonia mydas*, in the waters surrounding the cayman islands. *HERPETOLOGICAL JOURNAL*, 3:84-89.
- Work, T. y G. Balazs. 1999. *Relating Tumor Score to Hematology in Green Turtles with Fibropapillomatosis in Hawaii*. *Journal of Wildlife Diseases*. 35(4):804–807. <http://www.bioone.org/doi/full/10.7589/0090-3558-35.4.804>.
- Work, T.M., J. Dagenais, G.H. Balazs, J. Schumacher, T.D. Lewis, J.C. Leong, R.N. Casey y J.W. Casey. 2009. *In vitro* biology of fibropapilloma-associated turtle herpesvirus and host cells in Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*) *Journal of General Virology*. 90:1943–1950. doi: 10.1099/vir.0.011650-0.