



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus-Tuxpan

Maestría en Manejo Ecosistemas Marinos y Costeros

**“Indicadores de salud en el delfín nariz de botella
(*Tursiops truncatus*) en las costas de Tamiahua-
Tecolutla, Veracruz”**

TESIS

**Que para obtener el título de:
MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y
COSTEROS**

PRESENTA:

Itzel Alvizar Cruz

DIRECTOR:

Dr. Arturo Serrano Solis

CO-DIRECTORA:

Dra. Iliana del Carmen Daniel Rentería

ASESOR:

M.A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Tuxpan, Veracruz

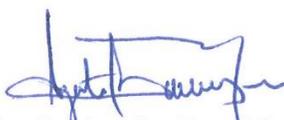
2018

El presente trabajo de intervención: “**Indicadores de salud en el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en las costas de Tecolutla-Tamiahua, Veracruz**” realizado por la C. Biól. Mar. Itzel Alvizar Cruz bajo la dirección del Dr. Arturo Serrano Solis, codirección de la Dra. Iliana del Carmen Daniel Rentería y asesoría del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz. Ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS


Dr. Arturo Serrano Solis
DIRECTOR


Dra. Iliana del Carmen Daniel Rentería
CO-DIRECTORA


M.A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz
ASESOR

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver.; febrero de 2018.

La presente tesis titulada “Indicadores de salud en el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en las costas de Tecolutla-Tamiahua, Veracruz” realizada por la C. Biól. Mar. Itzel Alvizar Cruz. Ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

COMISION LECTORA



DRA. CELINA NAVAL ÁVILA



DR. ADÁN GUILLERMO JORDÁN GARZA



DRA. GISELA HECKEL DZIENDZIELEWSKI

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. Febrero 2018



**“Me refugio en el manto azul que cobija la vida,
porque aún frágil se muestra valiente,
porque aún vulnerable se defiende.
Me refugio en su agonía para siempre,
y en su humor cambiante y latente,
porque en él encuentro mi espejo,
y a su magia se aferra mi mente.”**

I. Alvizar-Cruz

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi fortaleza. Te lo agradezco siempre, porque la fe y la ciencia no son tan distintos como todos piensan.

Al Dr. Arturo Serrano Solís, por su inmenso apoyo, por sus consejos, por sus enseñanzas, por exigirme siempre excelencia, por su paciencia conmigo, por todos estos años de aprendizaje constante, por haberme impulsado desde cero en el estudio de los magníficos mamíferos marinos, pero más que nada, por enseñarme que la superación personal no es una opción. Gracias por ser un excelente mentor.

A la Dra. Iliana del Carmen Daniel Rentería por el apoyo recibido en la realización de este trabajo, por sus consejos y por sus enseñanzas en el campo de la medicina veterinaria, las cuales fueron indispensables en la realización de este trabajo. Fue un gusto trabajar con usted.

Al Mtro. Agustín de Jesús Basáñez y la coordinación de posgrados por el inmenso apoyo recibido desde el comenzó del programa. Muchas gracias.

A mi comisión revisora, la Dra. Celina Naval Ávila, el Dr. Adán Guillermo Jordán Garza, la Dra. Gisele Heckel Dziendzielewski, por su tiempo, sus consejos y su paciencia. Muchas gracias.

A mis profesores en general, a todos los que impartieron cursos durante la maestría, porque de todos aprendí mucho, gracias por su profesionalismo y vocación.

A el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado para la realización de esta investigación.

Al profesor Jorge Gibbons por darme la oportunidad de crecer personal y profesionalmente, por el apoyo recibido durante mi estancia en el Instituto de la Patagonia, por la confianza brindada al permitirme participar en sus proyectos y por sus enseñanzas tanto en el maravilloso estudio de los cetáceos, como en el ámbito profesional, gracias por sus consejos. De igual manera, quiero agradecer al profesor Jaime Cárcamo por su apoyo y aportaciones, al laboratorio de Zoología por la disposición de material e información para la realización de este trabajo. En general, a la Universidad de Magallanes por brindarme la oportunidad de adquirir nuevas experiencias. En verdad ha sido un honor.

A mis padres, por su apoyo moral, quizá hubiera desistido de no ser por ustedes que siempre me motivan a ser mejor. Cuando más miedo tuve, cuando más débil me sentí, ustedes me tomaron de frente y de un empujón me regresaron para que continuara,

firme y de frente, como se hacen las cosas en esta familia, sin titubear. Una vez más, mi logro es suyo también, mi lucha es constante, y cada paso que doy busca hacerlos sentir como lo que son: los mejores padres del mundo.

A mis hermanos por su apoyo y consejos, Xiady, gracias por enseñarme que el valor y el coraje siempre van a ser buenos aliados sabiéndolos utilizar. Gracias también a mi abuela Isi, a mis tías Lina, Cristina, Mary y Hortencia, porque jamás me han negado su ayuda, sepan que una parte de ese sueño hecho realidad fue gracias a ustedes. A mi familia en general.

A mis amigos, los de verdad, los que siempre han estado apoyándome a pesar de todo, en especial a Bruno, mi mejor amigo durante este proceso, gracias por tu apoyo total, a Zoé, mi amiga y hermana por siempre, a Fer, Isa, John, Ángel, Tony, Alondra, y a mis amigos en general. A aquellos nuevos amigos que me apoyan desde el fin del mundo, principalmente a Dann, por incitarme a ser mejor cada día.

El final de esta etapa solo es el principio de mi más grande aventura.

DEDICATORIA

A mi más grande admiración, Isila Juárez Rocha.

Abuela, durante muchos años trabajaste incansablemente para salir adelante, por eso hoy quiero que sepas que tu lucha ha trascendido. El trabajo, la perseverancia y la fuerza de voluntad son el emblema de la familia que tú has construido y a la cual pertenezco.

Ten la certeza de que cada paso que dé honrará cada paso que diste.



RESUMEN

Existen indicadores que nos pueden ayudar a determinar la salud de los delfines mediante métodos no invasivos. En el presente estudio, seleccionamos las evaluaciones de condición corporal y epitelial como indicadores de salud. Las evaluaciones se realizaron de enero a diciembre de 2016, con un total de 109 horas de esfuerzo. Se foto-identificaron dos grupos de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), de los cuales, 30 individuos pertenecieron a la zona de Tuxpan-Tamiahua y 55 a la zona de Tecolutla-Cazones. Para llevar a cabo algunas medidas epidemiológicas fue necesario estimar la abundancia mediante modelos log lineares. El 46% de los delfines adultos se observaron “delgados” y con prevalencia de “lesiones” con aspecto de rasguño o cortada, mientras que los juveniles y las crías se encontraron “normales” (64%) y con baja o nula prevalencia de lesiones epiteliales, por otro lado, todos los delfines “emaciados” fueron adultos, mientras que todos los “robustos” fueron crías. La prevalencia de individuos con una condición corporal deficiente fue mayor en la zona de Tuxpan-Tamiahua (63%, con una incidencia de 0.50), que en la zona Tecolutla-Cazones (38%, con una incidencia de 0.32), no obstante, se observaron más individuos con una condición epitelial comprometida en la zona Tecolutla-Cazones (27%, con una incidencia de 0.72), que en la zona Tuxpan-Tamiahua (17%, con una incidencia de 0.68). La condición corporal está relacionada con la condición epitelial de los dos grupos de delfines ($\chi^2=39.975$, $gl=21$, $p=0.007489$). Los individuos “robustos” se relacionan con la ausencia de alguna puntuación de condición epitelial, por otro lado, los “delgados” y “normales” se les asocia con “lesiones” tipo rasguño o cortada, mientras que los “emaciados” están relacionados con las otras puntuaciones restantes, a excepción de “anillos” que no se observó en esta investigación. Al comparar la condición corporal entre zonas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2=15.806$, $gl=3$, $p=0.001242$). Es necesario reforzar estrategias de conservación en ambas zonas para evitar daños a la salud de los delfines.

Palabras clave: *Tursiops truncatus*, salud, Golfo de México, delfín nariz de botella, enfermedad.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	4
	II.1 Condición corporal.....	5
	II.2 Condición epitelial.....	8
III.	OBJETIVOS	16
IV.	ÁREA DE ESTUDIO	17
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
	V.1 Evaluación de condición corporal y epitelial.....	21
	V.2 Procesamiento de datos.....	24
VI.	RESULTADOS.....	26
	VI.1 Condición corporal	31
	VI.2 Condición epitelial	34
	VI.3 Relación entre condiciones.....	39
	VI.4 Comparación entre zonas.....	42
VII.	DISCUSIÓN	47
	VII.1 Condición corporal.....	48
	VII.2 Condición epitelial	50
	VII.3 Determinación de salud a través de indicadores.....	54
VIII.	CONCLUSIONES.....	58
IX.	APLICACIÓN PRÁCTICA	61
X.	BIBLIOGRAFÍA	64
	 ANEXO A.....	 78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las puntuaciones de condición corporal para delfines (PCC) basados en áreas estratégicas en el cuerpo como la sección epaxial, la nuca, la pared torácica y la forma global.....	22
Cuadro 2. Clasificación de lesiones visibles provocadas principalmente por enfermedades epiteliales.....	24
Cuadro 3. Ejemplo del control de datos para la evaluación de salud.....	24
Cuadro 4. Número de los individuos nuevos foto-identificados y de totales avistados en las dos zonas de observación.....	26
Cuadro 5. Número de individuos capturados para la zona de Tuxpan-Tamiahua a lo largo del año 2016.....	28
Cuadro 6. Número de individuos capturados para la zona de Tecolutla-Cazones a lo largo del año 2016.....	29
Cuadro 7. Estimación de abundancia y el ajuste de modelo para la zona de Tuxpan-Tamiahua.....	30
Cuadro 8. Estimación de abundancia y el ajuste de modelo para la zona de Tecolutla-Cazones.	30
Cuadro 9. Puntuaciones de condición epitelial simultáneas, dónde se observan las combinaciones encontradas.....	35
Cuadro 10. Cuadro de contingencia donde se muestran las relaciones entre el número de individuos de las diferentes puntuaciones de condición corporal y epitelial.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Se muestran las zonas de estudio frente a la desembocadura de los ríos Tecolutla, Cazonés y Tuxpan, y la laguna de Tamiahua	17
Figura 2. Secciones que se utilizaron para conocer la distribución de las diferentes puntuaciones de condición epitelial. Tomado de Sánchez-Martínez (2015).....	23
Figura 3. Frecuencia de individuos nuevos foto-identificados y totales observados en las dos zonas de muestreo.....	27
Figura 4. Curva de acumulación de frecuencia de individuos en las zonas de muestreo. La línea azul representa los individuos de la zona de Tuxpan-Tamiahua y la línea roja los de la zona Tecolutla-Cazonés.....	28
Figura 5. Índice de frecuencia de condición corporal en los organismos de ambas zonas por categoría de edad	32
Figura 6. Índice de prevalencia de las puntuaciones de condición corporal.....	33
Figura 7. Ocurrencia de casos de delfines emaciados y delgados para la evaluación de la condición corporal en los organismos de ambas zonas durante 2016.....	34
Figura 8. Índice de frecuencia de las puntuaciones de condición epitelial por categorías de edad	35
Figura 9. Índice de prevalencia de acuerdo a la clasificación de la puntuación de condición epitelial.	36
Figura 10. Ocurrencia de casos de delfines con presencia de lesiones (todas las puntuaciones de condición epitelial) en ambas zonas durante 2016.....	37
Figura 11. Cobertura de las diferentes puntuaciones de condición epitelial observadas en el cuerpo de los organismos.....	38

Figura 12. Cantidad de individuos que presentaron las diferentes puntuaciones de condición corporal y epitelial simultáneamente.	40
Figura 13. Relación entre condición corporal representado con letras rojas (robusto, normal, emaciado y delgado) y la condición epitelial representada con letras negras (Ni=ninguna, LE=lesiones con forma de cortada, OT=otras lesiones).....	41
Figura 14. Se muestra la diferencia de las frecuencias de condición corporal entre las dos zonas de estudio (A=Tuxpan-Tamiahua; B=Teocolutla-Cazones).....	43
Figura 15. Comparaciones entre las dos zonas de estudio con respecto a la puntuación de condición corporal.....	44
Figura 16. Se muestra la diferencia de las frecuencias de condición epitelial entre las dos zonas de muestra (A=Tuxpan-Tamiahua; B=Teocolutla-Cazones).....	45
Figura 17. Comparaciones entre las dos zonas de muestreo, con respecto a la puntuación de condición epitelial.....	46

I. INTRODUCCIÓN

El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) es un cetáceo cosmopolita que se distribuye a lo largo de aguas tropicales y zonas templadas de todos los océanos y mares periféricos del mundo, de acuerdo con el uso del hábitad, estos pueden ser de ecotipo costeros u oceánicos (Wells *et al.*, 2004). Los límites de distribución o del ámbito hogareño de esta especie están definidos por características fisiográficas, como pasos o cambios bruscos en profundidad del agua (Wells y Scott, 2002).

La alimentación es un factor que caracteriza a cada ecotipo. Los delfines costeros se alimentan de una variedad de peces e invertebrados, tanto del litoral como de áreas sublitorales, mientras que los peces mesopelágicos y calamares oceánicos forman parte de la dieta de los delfines oceánicos (Urbán y Guerrero-Ruiz, 2008).

La reducción en las poblaciones de delfines podría causar un desequilibrio en la red trófica de diversos ecosistemas marinos, debido a que los delfines juegan un papel importante en el nivel primario de la misma (Wells *et al.*, 2009; Schwacke *et al.*, 2013). Por lo que entonces, organismos como los delfines, son indicadores del estado en el que se encuentra un ecosistema, y su productividad (Wells *et al.*, 2004; O'Shea y Poche, 2008).

Cabe señalar, que desde el 2003 esta especie se encuentra incluida dentro del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Donde se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

Dentro de la lista de la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se asigna a las especies de delfín nariz de botella, en la categoría de riesgo “Sujeto a Protección Especial” (Pr), que en base a los criterios establecidos, quiere decir que esta especie puede llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Desafortunadamente, pese al riesgo en el que se puede encontrar el delfín nariz de botella, su hábitat se enfrenta a diversas amenazas que ponen en riesgo su salud (Keith *et al.*, 2013; Kaschner *et al.*, 2011; Truchon *et al.*, 2013; Harkonen, *et al.* 2012; Magera, *et al.*, 2013; Davidson *et al.*, 2012). La cual, muchas veces llega a verse afectada por factores como la alimentación y el medio en el que habitan (Rossi-Santos, 2015, Henderson *et al.*, 2014; Simeone *et al.*, 2015).

Los esfuerzos por conocer la salud de los delfines continúan en aumento, aportando cada vez más información sobre las enfermedades que estos organismos desarrollan. Así como las técnicas para combatirlas y los signos visibles que se pueden presentar para diagnosticarlas con mayor facilidad (Dierauf y Gulland, 2001).

Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el estado de salud de los grupos de delfines de la zona suroeste del Golfo de México.

II. ANTECEDENTES

La salud de los delfines muchas veces se ve afectada por enfermedades que no son perceptibles a simple vista (*como las enfermedades en la sangre, órganos y genitales*) (Di Francesco *et al.*, 2016; Cruz y Barrera, 2011). Entre estas enfermedades destacan la listeriosis (*L. monocytogenes*), brucelosis (*Brucella spp.*), toxoplasmosis (*T. gondii*) (Grattarola *et al.*, 2016), morbilivirus (Centelleghe *et al.*, 2016), leptospirosis (*L. interrogans*), mieloencefalitis (*S. neurona*), herpes (Van Elk *et al.*, 2009) e incluso influenza (Venn-Watson *et al.*, 2008) y algunas otras afectaciones causadas por brevetoxinas (*K. brevis*) (Bossart, 2006).

Por lo tanto, para su detección y evaluación en organismos de vida libre, es necesario practicar necropsias (Di Francesco *et al.*, 2016) o capturar a los organismos (Mancia *et al.*, 2015; Van Elk *et al.*, 2009) para analizarlos por medio de biopsias y muestras de sangre (Lunardi *et al.*, 2016; Balmer *et al.*, 2015, Mancia *et al.*, 2015). No obstante, una gran parte del aporte de información sobre el estado de salud de los delfines ha sido mediante investigaciones realizadas con animales en cautiverio (Fiorucci *et al.*, 2015; Dubey *et al.*, 2009).

Sin embargo, las evaluaciones para conocer la salud de los delfines se pueden realizar ahora con técnicas menos invasivas. Por ejemplo, Cassoff (2014), comenzó a realizar evaluaciones de condición corporal por medio de cámaras y

drones. Éstos son métodos no invasivos que proveen de información valiosa y evitan la captura de los animales (Sutherland, 2003). Con estas técnicas se puede obtener la identidad de los organismos por medio de la foto-identificación (Balmer *et al.*, 2011 y Bradford *et al.*, 2008) y de esta manera realizar investigaciones sobre la condición corporal y epitelial como indicadores de salud en los delfines (Pettis *et al.*, 2004; Van Bresseem *et al.*, 2014).

II.1 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal de los mamíferos se define como la cantidad de energía transportada en las reservas de lípidos de un individuo (Pitt *et al.*, 2006). En la ecología de los mamíferos marinos, se ha demostrado que la condición corporal es un buen indicador de salud, ya que afecta tanto a la supervivencia como al éxito reproductivo (Pettis *et al.*, 2004). Por lo tanto, la comprensión de la variación de la condición corporal entre los individuos dentro de una población y el cómo esto puede influir en los procesos demográficos, es un aspecto importante para poder predecir la salud de la población y la resistencia a factores de estrés externos (Kershaw *et al.*, 2017).

Se han realizado diversos estudios sobre la condición corporal en cetáceos con métodos no invasivos como lo son las fotografías y videos con los cuales es posible determinar si los organismos se encuentran emaciados, delgados, normales o

robustos (Abott, 2004; Pettis *et al.*, 2004; Bradford *et al.*, 2008; Chávez-Martínez, 2014; Joblon *et al.* 2014; Christiansen *et al.*, 2016).

Estas evaluaciones se determinan tomando en cuenta la complejión del individuo en el área inmediata por detrás del orificio respiratorio (Abbott, 2004; Pettis *et al.*, 2004; Caon y Danilewicz, 2007) y otros sitios donde se lleva a cabo la acumulación de grasa y tejido muscular (Joblon *et al.*, 2014, Miller y Hall, 2012).

Estos sitios de acumulación de grasa y tejido muscular han sido utilizados como “puntos estratégicos” que permitieron a Joblon *et al.* (2014) evaluar la condición corporal en delfines comunes (*Delphinus delphis*), en quienes establecieron un sistema de puntuación corporal básico, adaptado para ser utilizado en cualquier especie de delfín. Con los datos morfométricos obtenidos, lograron relacionar la emaciación como la causa de muerte de los organismos que se encontraron sin vida.

Asimismo, estas técnicas de evaluación mediante el uso de fotografías han permitido la realización de estudios de condición corporal en orcas (*Orcinus orca*), en donde los resultados indican la emaciación como causa de muerte, señalando, del mismo modo, que la condición corporal de los individuos fluctúa a través del tiempo (Abott, 2004).

La condición corporal que indica emaciación, también ha sido mencionada en evaluaciones corporales de ballenas francas (*Eubalaena glacialis*), en el atlántico norte, donde se muestra que las hembras son significativamente más delgadas en los años de parto y en el año posterior al parto, en comparación con el año anterior al parto. Lo cual demuestra que los cambios en la condición corporal pueden ocurrir durante el ciclo reproductivo (Pettis *et al.* 2004).

No obstante, estas fluctuaciones de condición corporal también pueden depender no solo de la época de crianza, sino también de la temporada de alimentación (Bradford *et al.*, 2008; Christiansen *et al.*, 2016). Tal es el caso de las ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) en el noreste de la isla Sakhalin, Rusia, en donde la condición corporal de las ballenas varía anualmente y estacionalmente, puesto que mejora a medida que progresa cada temporada de alimentación, del mismo modo, la condición corporal de las hembras lactantes se encuentra relativamente más deficiente cuando estas alimentan a sus crías (Bradford *et al.*, 2008).

De igual manera, en las ballenas jorobadas (*Megaptera novaengliae*) existe una relación positiva entre la condición corporal de las hembras y sus crías. Asimismo, los cambios estacionales en la condición corporal de cuatro clases reproductivas (crías, juveniles, adultos y lactantes), presentan una disminución de la condición

corporal de los adultos y hembras lactantes en temporada de reproducción, mientras que los juveniles y las crías no presentan cambios (Christiansen *et al.*, 2016).

Cabe señalar que aunque la temporalidad de estas condiciones corporales ha sido observada en ballenas, se ha observado que los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), en el Golfo de México, presentan la emaciación a lo largo de todo el año, sin embargo, esta es más frecuente durante la temporada de lluvias (Chávez-Martínez, 2014).

Si bien, la condición corporal es un indicador de salud, las evaluaciones de condición epitelial realizadas en cetáceos, son otro indicador que aporta al conocimiento de su estado de salud.

II.2 CONDICIÓN EPITELIAL

La condición epitelial es otro parámetro visual de fácil detección que nos puede dar indicios sobre la salud de los organismos (Maldini *et al.*, 2010; Gonzalvo *et al.*, 2014). Es posible determinar el estado de salud en el que se encuentra un delfín mediante la observación de los organismos presentes en su piel.

Si se trata de analizar la presencia de microbiota, es prescindible tomar muestras directas de piel. Este tipo de estudios ha sido realizado utilizando muestras de piel de cachalote (*Physeter macrocephalus*) de las islas de Azores, Portugal, usando biopsia mínimamente invasiva con dardos, con la finalidad de detectar la presencia de ADN de *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum* y *Besnoitia besnoiti* a través de un PCR (Hermosilla *et al.*, 2015).

Por otro lado, si se trata de fauna epibionte es posible evaluarla mediante otros métodos, como la fotoidentificación. Tal es el caso de las evaluaciones de ocurrencia de *Xenobalanus globicipitis* en poblaciones de delfín nariz de botella frente a la costa atlántica de Nueva Jersey, en donde la presencia de Xenobalanos tiene mayor ocurrencia en las aletas caudal, pectoral y dorsal, presentándose en la mayoría de estos organismos, señalando que los grupos de delfines alejados de la costa tienen mayor abundancia de Xenobalanos que los grupos cercanos a la costa (Toth-Brown y Hohn, 2007).

Otro modo de evaluar la condición epitelial es a través de las lesiones en la piel provocadas por diversos factores como son las provocadas por enfermedades (Van Bresse *et al.*, 2014; Harper *et al.*, 2003; Nymo *et al.*, 2011; Smith *et al.*, 2013), aunque en algunos casos, las lesiones no son tan evidentes en las crías, ya que

estas comienzan a aparecer aproximadamente en su segundo o tercer año de edad (Maldini *et al.*, 2010).

Entre las enfermedades epiteliales que presentan los delfines, se encuentran algunas de fácil detección con el uso de fotografías (Gonzalvo *et al.*, 2014; Burdett-Hart *et al.*, 2012) como la viruela y la lacaziasis (Ueda *et al.*, 2013; Fiorito *et al.*, 2015; Bessesen *et al.*, 2014; Burdett-Hart *et al.*, 2012).

La Lobomycosis o Lacaziasis es provocada por un hongo (*Lacazia lobo*). Este hongo afecta a delfines y humanos (Reif, 2009; Burdett-Hart *et al.*, 2012), produce fallos sistémicos y afectaciones en los órganos debido a la inmunosupresión (Ueda *et al.*, 2013). La enfermedad ha sido estudiada y registrada en otros lugares del Golfo de México (Burdett-Hart *et al.*, 2010; Murdoch *et al.*, 2008), así como también a lo largo del océano Atlántico y algunos lugares del océano Pacífico (Van Bresse *et al.*, 2015; Ueda *et al.*, 2013, Rotstein *et al.*, 2009); en particular, esta enfermedad es progresiva y va avanzando con el tiempo (Bessesen *et al.*, 2014). De hecho, es posible saber la progresión de estas enfermedades en animales de vida libre con la ayuda de la fotoidentificación (Gonzalvo *et al.*, 2014).

Por otro lado, la comúnmente conocida como viruela es provocada por diversas especies de poxvirus (Barnett *et al.*, 2015; Fiorito *et al.*, 2015; Blacklaws *et al.*, 2013;

Fury y Reif, 2012). Estas lesiones se caracterizan histológicamente por la presencia de “micro vesículas y cuerpos de inclusión eosinófilos en el citoplasma de las células epiteliales” (Fiorito *et al.*, 2015). A simple vista, se pueden percibir lesiones en forma de anillo que pueden ser redondeadas y oscuras, estas se encuentran presentes en cualquier parte del cuerpo, y son nombradas como “tatuajes” (Van Bressem *et al.*, 2003).

Aunque estas enfermedades son de fácil detección, no son los únicos signos visibles en la piel de los delfines. Por ello, algunos investigadores (Van Bressem *et al.*, 2007; Maldini *et al.*, 2010; Burdett-Hart *et al.*, 2012) han utilizado puntuaciones tomando en cuenta cada signo visible para realizar un análisis de condición epitelial más completo.

Por ejemplo, en el caso de los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) de la Bahía de Sarasota, Brunswick, isla Sapelo, y Charleston, Estados Unidos; Burdett-Hart *et al.* (2012) establecieron 13 categorías de evaluación de condición epitelial y tomaron muestras de cada una (por medio de biopsias) para su posterior análisis etiológico. Dicha investigación revela que los delfines de Bahía de Sarasota son quienes presentan mayor número de lesiones cutáneas. Sin embargo, algunos de estos tipos de lesión solo fueron observados en un sitio o tiempo determinado, como es el caso de las lesiones tipo “manchas” que sólo se observaron en delfines de la

Isla Sapelo durante julio, mientras que las lesiones tipo “lacaziosis” sólo estaban presentes en delfines de Bahía de Sarasota. El tipo de lesión más común observado en delfines de Isla Sapelo y Charleston fué la de “flecós oscuros”, mientras que los delfines de Bahía de Sarasota se observaron más comúnmente con lesiones tipo “tatuaje”.

Las histologías realizadas a las lesiones tipo “lacaziosis” revelaron la presencia de *L. loboi*, por otro lado, las lesiones clasificadas como “manchas”, “flecós oscuros” y las tipo “tatuaje” revelaron evidencia de infección viral, sin embargo, todas las muestras fueron negativas para poxvirus y herpesvirus mediante PCR. Del mismo modo, realizaron análisis histológicos de lesión “pálida”, la cual reveló indicios de: 1) proceso de cicatrización debido a trauma previo; 2) sitio de unión de ectoparásito; 3) infección viral previa; y 4) inflamación. Tres muestras de lesiones dieron positivo por PCR a la presencia de herpesvirus (Burdett-Hart *et al.*, 2012).

Otra investigación realizada también en Estados Unidos, en las costas de la Bahía de Monterey, California, indicó la prevalencia de condiciones epidérmicas en una población de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Donde consideraron cinco categorías diferentes de condición epitelial, incluyendo las lesiones tipo anillo, la decoloración, la película naranja, las lesiones poligonales y marcas. La mayor

parte de los adultos y las crías fueron afectados por al menos una o múltiples condiciones (Maldini *et al.*, 2010).

Las lesiones tipo anillo, generalmente provocadas por Poxvirus, fueron las más prevalentes, afectando a un 80% de la población de delfines en California. Asimismo, se menciona que la decoloración está asociada con las lesiones tipo anillo. Además, la “película naranja” que es posible apreciar como una mancha anaranjada en la piel de los delfines, es probablemente debida a una infestación epifaunal causada por diatomeas, que han sido documentadas en otras especies de cetáceos. Las lesiones poligonales, podrían ser el resultado de la infestación por percebes del género *Cryptolepas*. Mientras que las “marcas” que son cicatrices, rasguños y cortadas visibles, fueron variables en apariencia y pueden no tener el mismo factor causal. Pese a ello, no se demostraron ninguna de las etiologías antes señaladas mediante pruebas clínicas apropiadas (Maldini *et al.*, 2010).

Este tipo de investigaciones que contribuyen a la prevención y tratamiento de enfermedades epiteliales en *Tursiops truncatus* ha logrado desarrollarse de la misma manera en dos poblaciones de delfines de Doubtful Sound y de Dusky Sound, Nueva Zelanda. En esta ocasión, Rowe *et al.* (2010), mencionan que las lesiones epidérmicas fueron comunes en ambas poblaciones (afectando a más del 95% de los individuos). Asimismo, mencionan que el alto grado de lesiones

epidérmicas en las hembras, relacionado con el menor tamaño de las crías, puede ser un factor en la baja supervivencia de las crías en la población de delfines de Doubtful Sound.

Por otro lado, la población de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en Dusky Sound está expuesta a niveles mucho más bajos de turismo y el fiordo sólo recibe escorrentía de agua dulce natural. No obstante, dicha población ha disminuido más del 34% desde 1995 y está sujeta a posibles impactos del turismo y la modificación del hábitat a través de la descarga de agua dulce de una central hidroeléctrica (Rowe *et al.*, 2010).

Aunque estas investigaciones han aportado al conocimiento de las enfermedades epiteliales en los delfines, también se han llevado a cabo estudios en donde los esfuerzos han sido mayores al igual que la zona de estudio.

Tal es el caso de una investigación realizada en el sur de América, donde Van Bresse *et al.* (2007), llevaron a cabo un estudio preliminar en cetáceos de Ecuador, Colombia, Perú, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil y Venezuela. Revisaron y documentaron de manera breve nuevos casos de enfermedades epiteliales, esqueleto y traumas externos, de un total de 7635 individuos de 12 especies de odontocetos examinados entre los años de 1984 y 2013, de los cuales, 590 casos

presentaron una patología significativa, heridas, o malformaciones. Las lesiones “tipo lacaziosis” solo se presentaron en *Tursiops truncatus* costeros de cuatro países tropicales (Colombia, Ecuador, Perú y Brasil). Sin embargo, todos los especímenes con esta condición fueron encontrados cerca de puertos grandes y ciudades.

En el caso del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) de ecotipo costero, observaron lesiones cutáneas “blanquecinas” y “aterciopeladas” asociadas a cicatrices. Asimismo, registraron heridas cutáneas, cicatrices y traumas corporales en 73 delfines y *Phocoena spinnipinnis*, con una posible relación a la captura en redes de pesca y la colisión con botes, en donde incluso, 17 especímenes fueron reportados con traumas que provocaron desde cicatrices desfigurantes hasta la amputación total o parcial de aletas. Por otro lado, los autores atribuyen a esta causa (interacción con actividades como la pesca), fracturas de cráneo, costillas y vértebras en *T. truncatus*, *Delphinus capensis*, *Lagenorhynchus obscurus*, *Sotalia guianensis* y *Ziphius cavirostris*.

La presencia de malformaciones con déficit óseo aumentan la predisposición a las fracturas así como los signos de condición epitelial conocidos como “tatuaje” y “tipo lacaziosis” así como algunas otras desconocidas comienzan a emerger en los cetáceos (Van Bresse *et al.*; 2007).

III. OBJETIVOS

III.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar el estado de salud física de *Tursiops truncatus* que se encuentran en las costas de Tamiahua-Tecolutla, Veracruz a través de indicadores.

III.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la condición corporal y epitelial de cada individuo de los dos sitios de muestreo.
- Relacionar la condición corporal con la condición epitelial de los individuos de los dos sitios de muestreo.
- Comparar el estado de salud física de los grupos de *Tursiops truncatus* encontrados en cada uno de los sitios de muestreo.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el suroeste del Golfo de México, en la zona costera del norte del estado de Veracruz, frente a los municipios de Tamiahua, Tuxpan, Cazones y Tecolutla (Figura 1) y cuenta aproximadamente con 3, 715 km². En esta región, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), es el mamífero marino más abundante (Serrano *et al.*, 2011; Valdés-Arellanes *et al.*, 2011).

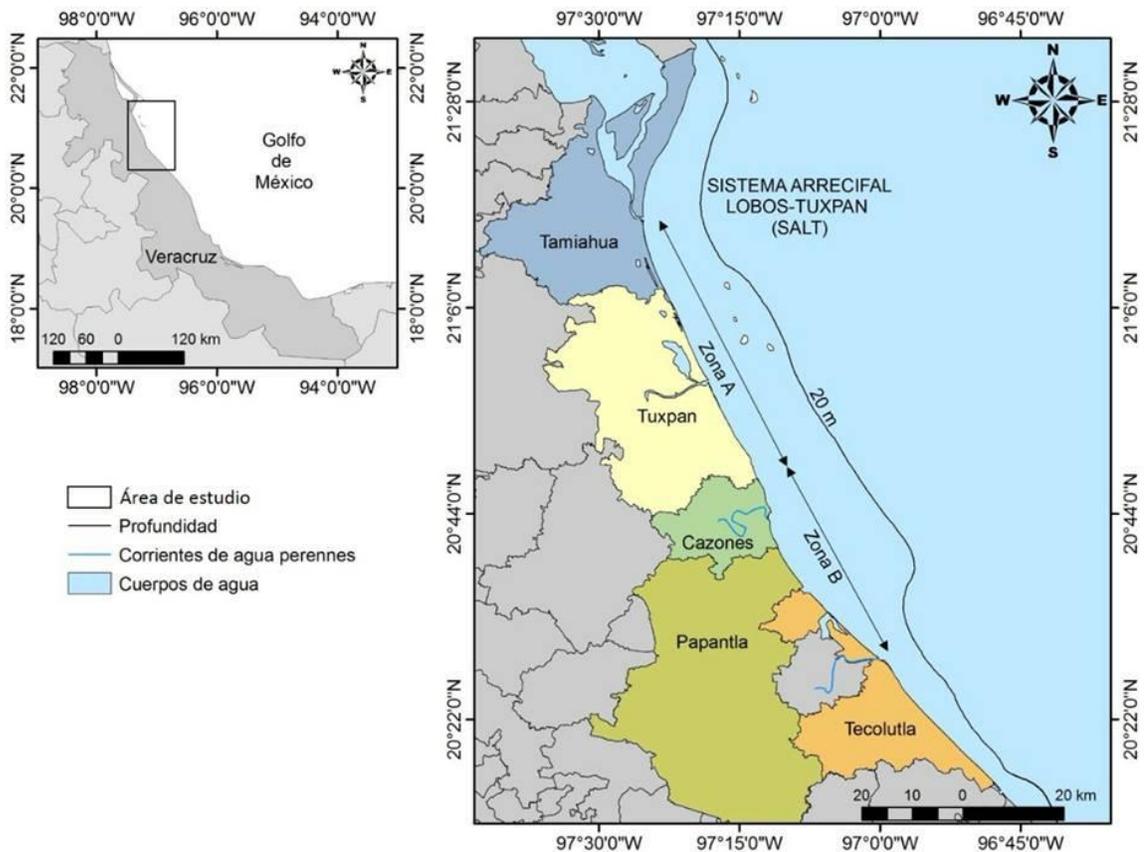


Figura 1. Se muestran las zonas de estudio frente a la desembocadura de los ríos Tecolutla, Cazones y Tuxpan, y la laguna de Tamiahua.

El ancho de la plataforma continental a lo largo del Golfo de México es variable, ya que la plataforma continental ubicada al oeste de Florida, así como la de Texas-Luisiana y la del Banco de Campeche son muy anchas (miden más de 200 km), por contrario de las de Veracruz y Tabasco que son las más angostas (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2014). Asimismo, las tasas de movimiento verticales de la tierra a lo largo de la plataforma en el Golfo de México, muestran una alta subsidencia en la zona de Texas y Luisiana, y un hundimiento lento en el sur de Florida y Veracruz (Letetrel *et al.*, 2015).

Existen diferencias entre los ecosistemas marinos presentes en el Golfo de México y estas ocurren a escala de las cuencas oceánicas. Entre las que destacan la temperatura y la circulación de las grandes corrientes y masas de agua marina, es por ello que existe una regionalización en Norteamérica para cada una de estas características particulares de cada zona. Nuestra área de estudio se ubica en la ecoregión marina número 14 (Golfo de México Sur) (Wilkinson *et al.*, 2009). En esta región se llevan a cabo diversos procesos fisicoquímicos, relacionados con la atmósfera y el océano (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2014), en los que la biomasa se ve estrechamente relacionada a estas dinámicas (Linacre *et al.*, 2015; Santema *et al.*, 2015; Rowe *et al.*, 2008). En esta región durante la primavera y el verano, la irradiación global puede llegar a ser menor (4 kWh / m²) que en el noreste del Golfo de México (6,7 kWh / m²) (Villicaña-Ortiz *et al.*, 2015).

Cabe señalar, que la dinámica de la ecoregión marina número 14 está asociada frecuentemente con la Corriente del Lazo y los remolinos que se desprenden de ésta. Los parámetros fisicoquímicos como temperatura, salinidad y velocidad de las corrientes suelen ser similares a lo largo de todo el estado de Veracruz debido a su ubicación geográfica (Del Monte-Luna *et al.*, 2015; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2014). Al sur de Tecolutla las corrientes paralelas a la costa se mueven hacia el sur, mientras que al norte de Tamiahua estas se dirigen hacia el norte (Ortiz-Lozano *et al.*, 2010; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2014). Sin embargo, estudios recientes muestran que habrá un enfriamiento en la temperatura superficial del agua en los próximos 20 años (Del Monte-Luna *et al.*, 2015).

V. MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo 27 salidas de campo, con un total de 109 horas de esfuerzo en las costas de la zona norte del estado de Veracruz, frente a las localidades de Tuxpan-Tamiahua y Tecolutla-Cazones. Se recorrieron en promedio 109 km por salida en la zona de Tuxpan-Tamiahua con una embarcación de doble motor y 234 km en la zona de Tecolutla-Cazones con una embarcación tipo panga; con dos observadores a bordo en cada salida. El periodo de muestreo fue de un año, abarcando los meses de Enero a Diciembre de 2016.

Para encontrar signos que nos indiquen el estado de salud de los delfines se necesitó realizar una evaluación de la condición corporal de los individuos, así como también una evaluación de la condición epitelial. Esto se hizo identificando la presencia de organismos epibiontes, lesiones y enfermedades cutáneas. Por ello, fue preciso realizar la foto-identificación de cada uno de los individuos observados. La fotoidentificación se hizo por medio de una cámara Canon® modelo EOS Rebel Digital y con un lente zoom 100-400. El método utilizado fue “no invasivo” evitar el mayor estrés posible a los organismos que fueron objetos de este estudio.

Se realizaron curvas de acumulación para ambas zonas con el propósito de estimar el número de individuos del grupo estudiado y verificar si el tamaño de

la muestra era el adecuado. Del mismo modo, se realizaron análisis de captura-recaptura y estimaciones de abundancia poblacional por medio del software R.

V.1 EVALUACIÓN DE CONDICION CORPORAL Y EPITELIAL

La evaluación de salud se realizó mediante fotografías tomadas desde la embarcación con una cámara Canon® modelo EOS Rebel Digital y con un lente zoom 100-400. Así como también por medio de videos en alta definición (Full HD y 4k) con una cámara GoPro® modelo HERO4. Posteriormente las fotografías y videos tomados se analizaron en el laboratorio con el software editor de fotos Adobe Photoshop CC y el editor de video Sony Vegas Pro 13.

Asimismo, las fotografías de cada organismo fueron asignadas con una puntuación de condición corporal, con valores de 1 a 4 que se clasificaron de acuerdo con las características observadas en el cuerpo de los cetáceos propuestas por Joblon, *et al.* (2014) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de las puntuaciones de condiciones corporales para delfines (PCC) basadas en áreas estratégicas en el cuerpo como la sección epaxial, la nuca, la pared torácica y la forma global.

PCC 1	Emaciado	Severa concavidad ventrolateral de la aleta dorsal; pérdida de músculos epaxiales. Protuberancia en la inserción de la aleta dorsal en el tronco. Profunda depresión posterior al espiráculo. Tronco estrechado con la pérdida de masa muscular obvia y posible visibilidad de las costillas.
PCC 2	Delgado	Leve a moderada concavidad ventrolateral de la aleta dorsal debido a la pérdida moderada de los músculos epaxiales. Moderada depresión posterior al espiráculo. Ligeramente estrechado tronco sin visibilidad de las estructuras óseas (costillas no son visibles).
PCC 3	Normal	Sin concavidad ventrolateral de la aleta dorsal, musculatura epaxial suficiente. Sin depresión (redondeada) posterior al espiráculo. Cuerpo aerodinámico sin evidencia de pérdida de masa muscular.
PCC 4	Robusto	Convexidad ventrolateral de la aleta dorsal, musculatura epaxial bien desarrollada. Abultamiento leve o posterior convexidad del espiráculo con una posible zona deprimida de la línea media-dorsal que rodea al espiráculo debido a la acumulación de grasa. Cuerpo redondeado con exceso de grasa leve o leve "vientre abultado".

Se dividieron tres secciones para representar la presencia de los signos epiteliales en las áreas visibles del cuerpo del delfín. En la sección a) se encuentra la cabeza y de la nuca, por su parte, la sección b) incluye el área ventrolateral, la aleta dorsal y las aletas caudales, mientras que en la sección c) se encuentra la parte posterior del cuerpo y la aleta caudal (Figura 2).

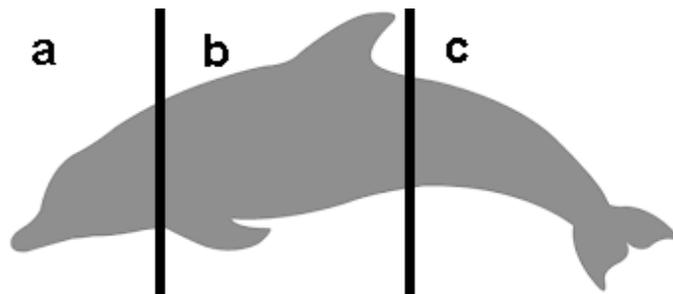


Figura 2. Secciones que se utilizaron para conocer la distribución de las diferentes puntuaciones de condición epitelial. Tomado de Sánchez-Martínez (2015).

Las puntuaciones de condición epitelial, fueron clasificadas de acuerdo a las diferentes características que son de fácil observación en la piel de los cetáceos, basadas en lo descrito por Maldini, *et al.* (2010) y Burdett-Hart, *et al.* (2012) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de lesiones visibles provocadas principalmente por enfermedades epiteliales.

I	DECOLORACIÓN	Pátina color óxido o blanquecina que resalta sobre el color de la piel.
II	POLÍGONOS	Depresiones poco profundas de la piel, generalmente con una forma hexagonal o poligonal, algunas presentan un "agujero" en medio de la depresión.
III	ANILLOS	Originados principalmente por poxvirus.
VI	BORDES IRREGULARES	Originados principalmente por lacaziasis.
V	MANCHAS	Manchas definidas al ras de la piel y de color contrastante pueden ser redondeadas o irregulares.
VI	LESIONES	Lesiones o marcas con forma de cortada o rasguño (pueden ser provocadas por artes de pesca y otros animales).

V.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

Posterior al procesamiento de imágenes y videos con los programas informáticos especializados, se llevó a cabo un registro de los datos de cada individuo (Cuadro 3) para después proceder a los respectivos análisis estadísticos.

Cuadro 3. Ejemplo del control de datos para la evaluación de salud, la edad A: adulto, J: juvenil, C: cría; la puntuación de condición corporal (1-4); la clasificación de la condición epitelial (I- VI); la cobertura que abarcan las variables de condición epitelial (1-3) y la presencia de otros organismos sobre la piel.

ID	FECHA	LUGAR	No. Avistamientos	EDAD	CONDICIÓN CORPORAL	CONDICIÓN EPITELIAL	% COBERTURA	PRESENCIA DE EPIFAUNA	OBSERVACIONES

Para realizar las evaluaciones de cada individuo por zona de muestreo, se creó una base de datos en Excel procediendo a su respectivo análisis a través de gráficos comparativos que muestren las frecuencias observadas en cada categoría. Por otra parte, las pruebas de X^2 para la comparación entre zonas y relación entre condiciones, se realizaron mediante el programa informático R (versión 3.2.3).

VI. RESULTADOS

De Enero a Diciembre de 2016, se realizaron 27 salidas de campo, con un total de 109 horas de esfuerzo. Se foto-identificaron un total de 85 organismos diferentes (Cuadro 4). De estos organismos, 30 pertenecen a la zona de Tuxpan-Tamiahua y 55 pertenecen a la zona de Tecolutla-Cazones. En este estudio no se encontraron coincidencias entre los individuos de las dos zonas de estudio.

Cuadro 4. Número de los individuos nuevos foto-identificados y de totales avistados en las dos zonas de observación.

MES	Tuxpan-Tamiahua		Tecolutla-Cazones	
	<i>NUEVOS</i>	<i>TOTALES</i>	<i>NUEVOS</i>	<i>TOTALES</i>
Enero	0	0	7	7
Febrero	0	0	14	16
Marzo	5	5	3	4
Abril	7	9	9	14
Mayo	4	7	5	8
Junio	8	10	3	9
Julio	0	9	0	8
Agosto	0	6	1	7
Septiembre	4	11	3	10
Octubre	0	7	4	7
Noviembre	2	9	4	14
Diciembre	0	0	2	10
TOTAL	30	73	55	114

A lo largo del año se mostró una alta frecuencia de individuos, en donde Abril fue el mes con mayor número de individuos nuevos y totales en la zona de Tecolutla-

Cazones, mientras que Junio fue el mes con mayor frecuencia de individuos para la zona de Tuxpan-Tamiahua (Figura 3).

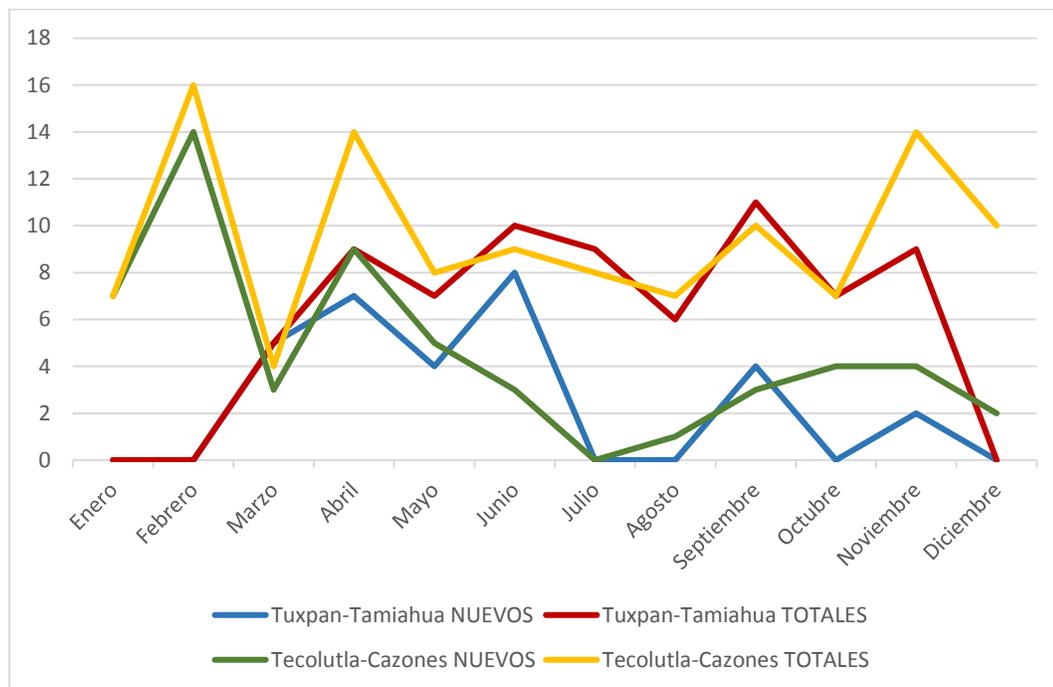


Figura 3. Frecuencia de individuos nuevos foto-identificados y totales observados en las dos zonas de muestreo.

Las curvas de acumulación utilizadas para la estimación de tamaño de muestra, revelan un total de 30 individuos para Tuxpan-Tamiahua en dónde se percibe una aproximación a la asíntota, y para la zona de Tecolutla-Cazones se identificaron 55 individuos (Figura 4).

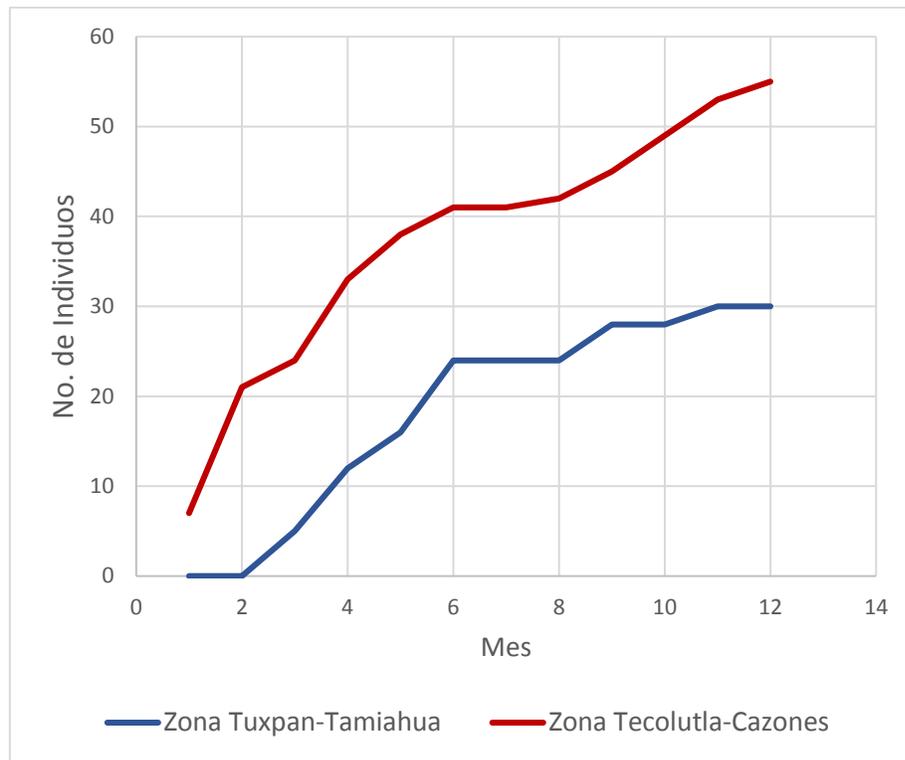


Figura 4. Curva de acumulación de frecuencia de individuos en las zonas de muestreo. La línea azul representa los individuos de la zona de Tuxpan-Tamiahua y la línea roja los de la zona Tecolutla-Cazones.

Se hizo un análisis de captura-recaptura (modelo Loglineal) para conocer la frecuencia de individuos capturados a lo largo del periodo de estudio en la zona de Tuxpan-Tamiahua (Cuadro 5) y la zona Tecolutla-Cazones (Cuadro 6).

Cuadro 5. Número de individuos capturados para la zona de Tuxpan-Tamiahua a lo largo del año 2016.

<i>Frecuencia estadística Tuxpan-Tamiahua.</i>					
<i>Número de unidades capturadas:30</i>					
mes	<i>i</i>	<i>fi</i>	<i>ui</i>	<i>vi</i>	<i>ni</i>
ENERO	1	9	0	0	0
FEBRERO	2	6	0	0	0
MARZO	3	6	5	1	5
ABRIL	4	9	7	2	9

MAYO	5	0	4	6	8
JUNIO	6	0	8	3	10
JULIO	7	0	0	2	9
AGOSTO	8	0	0	1	6
SEPTIEMBRE	9	0	4	5	11
OCTUBRE	10	0	0	0	7
NOVIEMBRE	11	0	2	10	10
DICIEMBRE	12	0	0	0	0

fi: número de unidades capturadas "i" veces.

ui: número de unidades capturadas por primera vez en "i" ocasión.

vi: número de unidades capturadas por última vez en "i" ocasión.

ni: número de unidades capturadas en "i" ocasión.

Cuadro 6. Número de individuos capturados para la zona de Tecolutla-Cazones a lo largo del año 2016.

<i>Frecuencia estadística Tecolutla-Cazones.</i>					
<i>Número de unidades capturadas:54</i>					
mes	<i>i</i>	fi	ui	vi	ni
ENERO	1	24	7	3	7
FEBRERO	2	14	14	6	17
MARZO	3	10	3	1	4
ABRIL	4	6	9	10	14
MAYO	5	0	5	4	9
JUNIO	6	0	3	2	9
JULIO	7	0	0	2	7
AGOSTO	8	0	1	6	7
SEPTIEMBRE	9	0	2	1	4
OCTUBRE	10	0	4	2	6
NOVIEMBRE	11	0	4	8	13
DICIEMBRE	12	0	2	9	9

fi: número de unidades capturadas "i" veces.

ui: número de unidades capturadas por primera vez en "i" ocasión.

vi: número de unidades capturadas por última vez en "i" ocasión.

ni: número de unidades capturadas en "i" ocasión.

Posteriormente, se adaptaron varios modelos loglineal para conocer la abundancia total de la población en ambas zonas, en donde la estimación aproximada para la zona de Tuxpan-Tamiahua es de 37.9 individuos (Cuadro 7), mientras que para la zona de Tecolutla-Cazones es de 65.5 individuos (Cuadro 8). Se consideró el criterio más bajo de Akaike y Bayesiano para seleccionar el modelo más representativo que no tuviera algún tipo de error en el análisis de datos.

Cuadro 7. Estimación de abundancia y el ajuste de modelo para la zona de Tuxpan-Tamiahua. Nota: ErrEst=error estándar, gl=grados de libertad, AIC=Criterio de selección Akaike, BIC= Criterio de selección Bayesiano, Sinfo= selección de información.

Modelo	Abundancia	ErrEst	Desviianza	gl	AIC	BIC	Sinfo
M0	32.5	1.9	205.018	4093	248.400	251.203	OK
Mt	32.1	1.7	150.794	4082	216.176	234.391	warning
Mh Chao (Lb)	35	4.3	203.889	4092	249.271	253.475	OK
Mh Poisson2	31.7	1.7	204.128	4092	249.510	253.714	warning
Mh Darroch	32.1	2.2	204.959	4092	250.341	254.545	OK
Mh Gamma3.5	32.7	3.1	205.011	4092	250.393	254.597	OK
Mth Chao (Lb)	35	4.3	148.995	4078	222.377	246.198	warning
Mth Poisson2	31.6	1.6	150.404	4081	217.786	237.403	warning
Mth Darroch	32.2	2.3	150.780	4081	218.162	237.779	warning
Mth Gamma3.5	33.1	3.6	150.600	4081	217.982	237.599	warning
Mb	51.1	24	196.542	4092	241.924	246.128	OK
Mbh	37.9	18.4	187.510	4091	234.892	240.497	OK

Cuadro 8. Estimación de abundancia y el ajuste de modelo pata la zona de Tecolutla-Cazones. Nota: ErrEst=error estándar, gl=grados de libertad, AIC=Criterio de selección Akaike, BIC= Criterio de selección Bayesiano, Sinfo= selección de información.

Modelo	Abundancia	ErrEst	Desviianza	gl	AIC	BIC	Sinfo
M0	65.5	4.8	225.284	4093	296.908	300.886	OK
Mt	64.9	4.7	202.988	4082	296.612	322.468	OK
Mh Chao (Lb)	71.4	9.2	224.121	4091	299.745	307.701	OK
Mh Poisson2	64.8	5.3	225.201	4092	298.825	304.792	warning

Mh Darroch	67.1	8	225.209	4092	298.833	304.8	OK
Mh Gamma3.5	70.1	12.3	225.037	4092	298.661	304.628	OK
Mth Chao (Lb)	71	9	201.587	4079	301.211	333.035	OK
Mth Poisson2	64.4	5.2	202.954	4081	298.578	326.423	<i>warning</i>
Mth Darroch	67.1	8	202.833	4081	298.457	326.303	OK
Mth Gamma3.5	70.5	12.7	202.606	4081	298.23	326.076	OK
Mb	64.1	7	225.224	4092	298.848	304.815	OK
Mbh	61.7	13.2	224.331	4091	299.955	307.911	OK

VI.1 CONDICIÓN CORPORAL

Para el análisis de frecuencias por edades, se obtuvieron un total de 63 adultos, 17 juveniles y 5 crías para ambas zonas. En cuanto a la condición corporal, los adultos mostraron la misma frecuencia de Delgados y Normales (con una prevalencia del 46%, n=29, respectivamente), mientras que el 35% de los juveniles (n=11) y el 60% de las crías (n=3), se observaron con una condición corporal Normal (Figura 5).

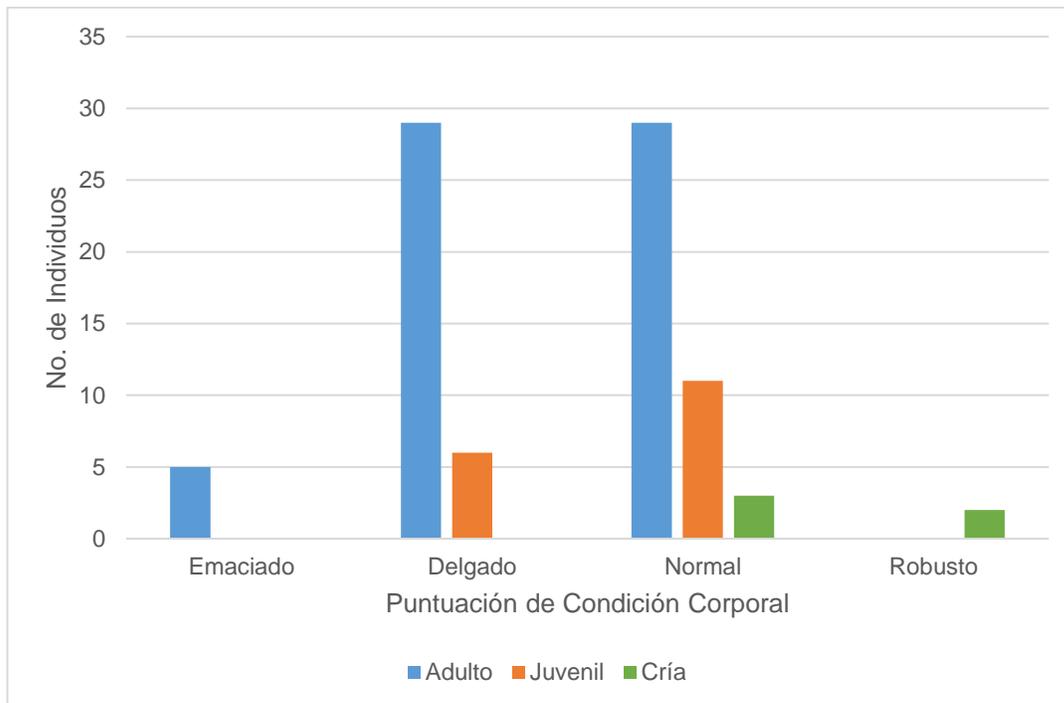


Figura 5. Índice de frecuencia de condición corporal en los organismos de ambas zonas por categoría de edad.

Los individuos más afectados en cuanto a condición corporal, es decir que presentaron la condición de “Emaciados” (PCC1) y “Delgados” (PCC2) fueron 19 para Tuxpan-Tamiahua (63%) y 21 para Tecolutla-Cazones (38%). Presentándose un total de 40 organismos y una prevalencia de 47%.

Sin embargo, de manera general, la mayoría de los delfines obtuvieron una puntuación de condición corporal “Normal” (PCC3), con un total de 43 individuos y una prevalencia de 51% (Figura 6).

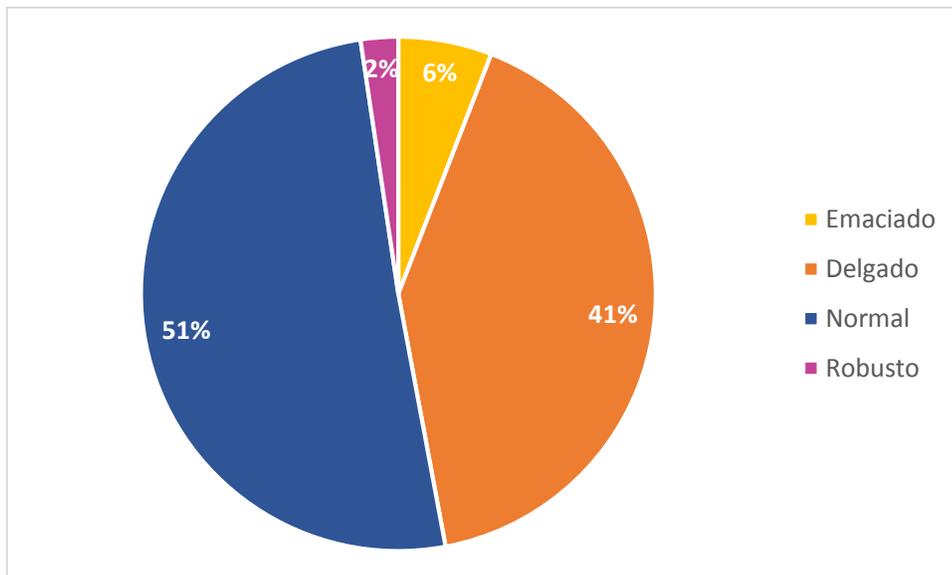


Figura 6. Índice de prevalencia de las puntuaciones de condición corporal.

Los individuos con la condición corporal más deficiente (PCC 1) fueron cinco observados en la zona de Tecolutla-Cazones, (Anexo 1).

La ocurrencia de casos de individuos con una condición corporal deplorable (emaciados y delgados) fue mayor en el mes de abril (n=5) para Tuxpan-Tamiahua y en los meses de febrero y abril (n=6) para la zona de Tecolutla-Cazones (Figura 7). La tasa de incidencia acumulada del periodo de estudio para la zona de Tuxpan-Tamiahua fue de 0.50, mientras que para la zona de Tecolutla-Cazones fue de 0.32.

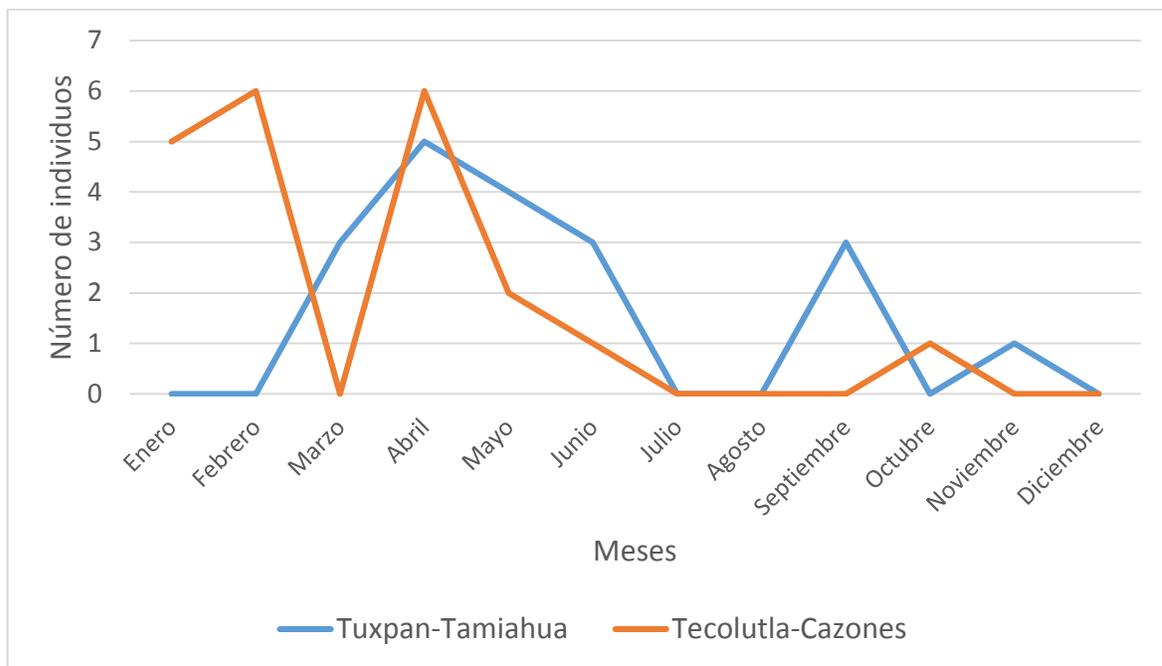


Figura 7. Ocurrencia de casos de delfines emaciados y delgados para la evaluación de la condición corporal en los organismos de ambas zonas durante 2016.

VI.2 CONDICIÓN EPITELIAL

Por otro lado, en cuanto a la condición epitelial, el 76% de los adultos mostraron prevalencia de “Lesiones” (PCE VI) con aspecto de cortada o rasguño (n=60), por su parte, la mayoría de los juveniles (53%) no presentó alguna de las puntuaciones (n=9). En cambio, en el 40% de las crías observadas se presentaron el mismo número de casos para individuos que presentaron “Decoloración”, que para los que tuvieron “Ninguna” de las puntuaciones evaluadas (n=2, respectivamente), (Figura 8).

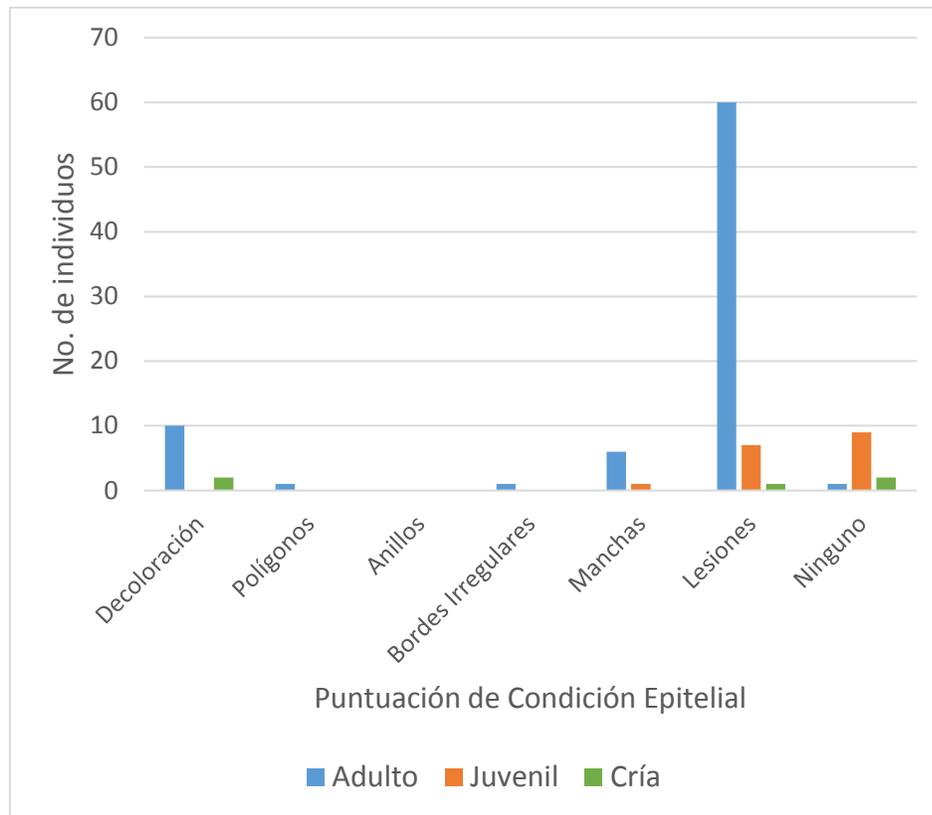


Figura 8. Índice de frecuencia de las puntuaciones de condición epitelial por categorías de edad.

Los organismos que mostraron dos o más puntuaciones simultáneas de condición epitelial, fueron únicamente adultos, de los cuales, 5 (17%), se encontraron en Tuxpan-Tamiahua y 8 (27%) para la zona de Tecolutla-Cazones fueron (Cuadro 9), siendo un total de 13 organismos. Los individuos que presentaron tres características simultáneas fueron TU032 (Tuxpan-Tamiahua) y TE012 (Tecolutla-Cazones) (Anexo 1).

Cuadro 9. Puntuaciones de condición epitelial simultáneas, dónde se observan las combinaciones encontradas.

	<i>Tuxpan-Tamiahua</i>	<i>Tecolutla-Cazones</i>
<i>Decoloración, polígonos y bordes irregulares</i>	0	1
<i>Decoloración, manchas y lesiones</i>	1	0
<i>Manchas y lesiones</i>	2	2
<i>Decoloración y lesiones</i>	2	5
<i>TOTAL</i>	5	8

De manera general, la puntuación de condición epitelial con mayor número de casos fue la de “Lesiones” con aspecto de cortada o rasguños, con un total de 68 individuos y una prevalencia de 67% (Figura 9).

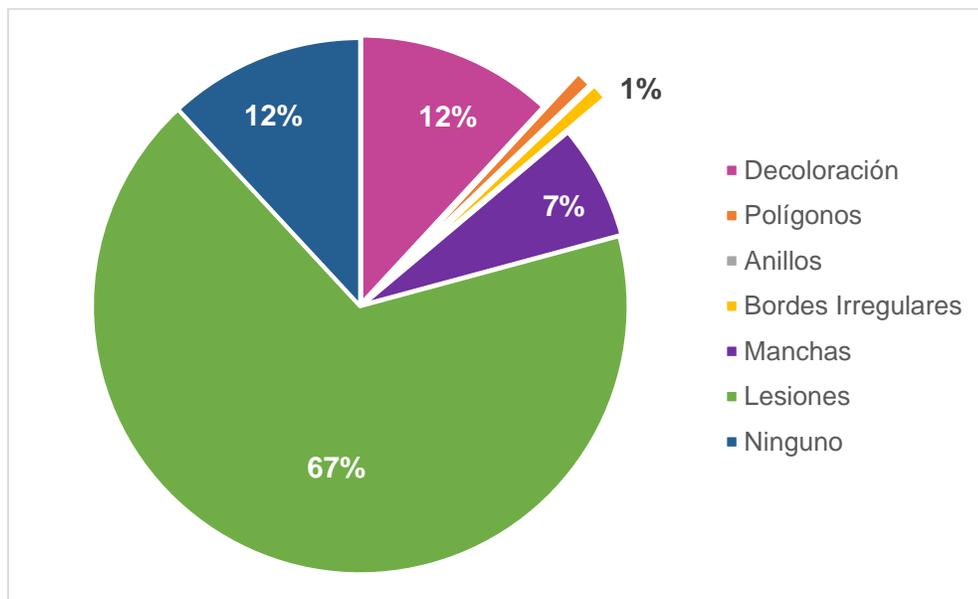


Figura 9. Índice de prevalencia de acuerdo a la clasificación de la puntuación de condición epitelial.

La ocurrencia de casos de individuos que presentaron signos de una condición epitelial comprometida, es decir, que presentaron alguna de las puntuaciones fue mayor en los meses de abril y junio (n=6) para Tuxpan-Tamiahua y en el mes de febrero (n=11) para la zona de Tecolutla-Cazones (Figura 10). La tasa de incidencia acumulada del periodo de estudio para la zona de Tuxpan-Tamiahua fue de 0.68, mientras que para la zona de Tecolutla-Cazones fue de 0.72.

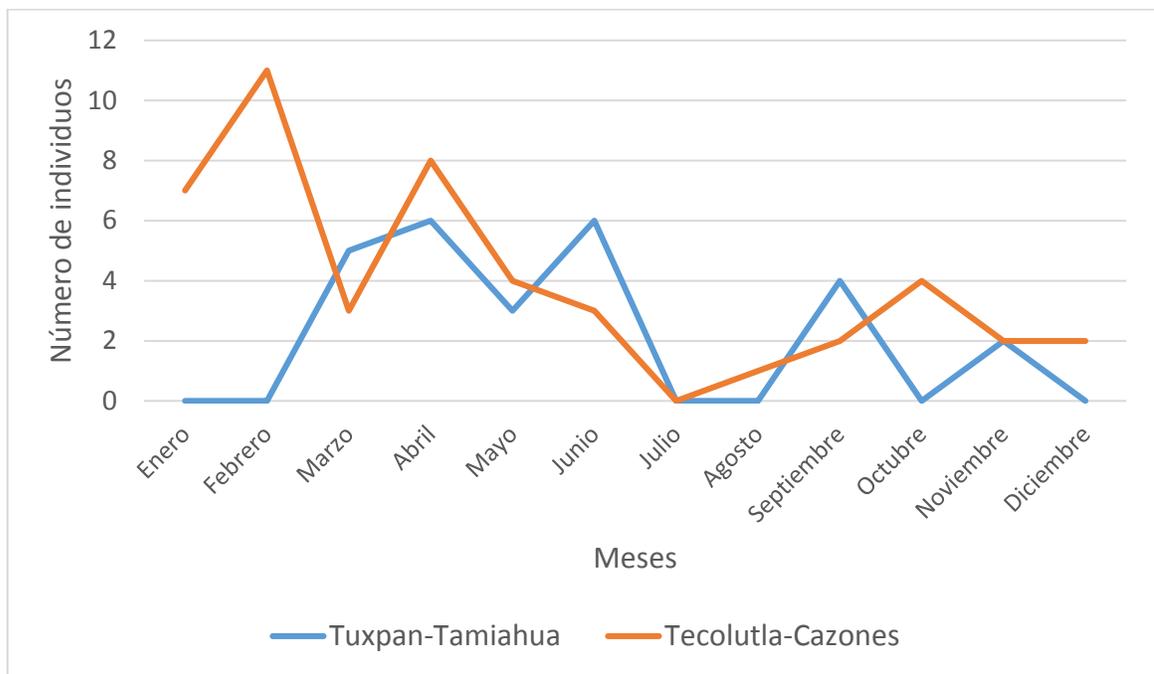


Figura 10. Ocurrencia de casos de delfines con presencia de lesiones (todas las puntuaciones de condición epitelial) en ambas zonas durante 2016.

Por otro lado, las afectaciones de estos signos se presentan en su mayoría en la sección "b" del cuerpo del delfín (Figura 11).

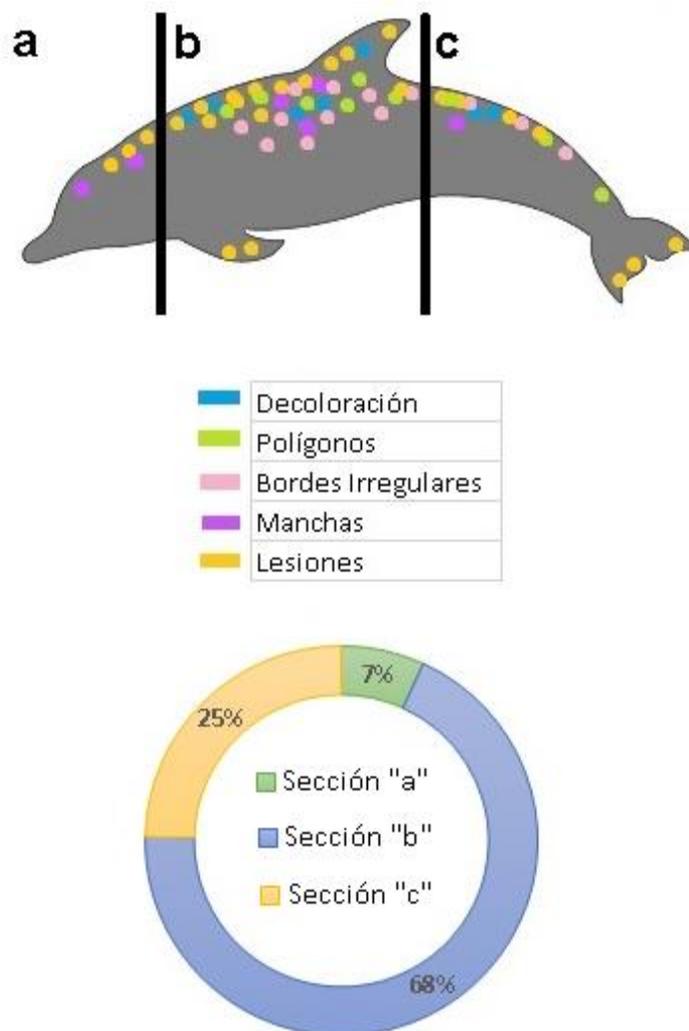


Figura 11. Cobertura de las diferentes puntuaciones de condición epitelial observadas en el cuerpo de los organismos, mostrando una prevalencia del 68% en la sección "b".

Asimismo, se encontraron 48 individuos sin presencia de epifauna (56%) y 37 con presencia de epifauna asociada (44%), de los cuales fueron 16 avistados en

Tuxpan-Tamiahua y 21 en Tecolutla-Cazones. Los organismos epibiontes observados pertenecen al género *Xenobalanus spp.* ubicados en las aletas dorsales, caudales y pectorales de los organismos que la presentaron.

VI.3 RELACIÓN ENTRE CONDICIONES

Se relacionaron la condición corporal y epitelial (Cuadro 10) de los delfines de ambas zonas, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($X^2 = 39.975$, $gl = 21$, $p = 0.007489$).

Cuadro 10. Cuadro de contingencia donde se muestran las relaciones entre el número de individuos de las diferentes puntuaciones de condición corporal y epitelial.

		CONDICIÓN CORPORAL				TOTAL
		Emaciado	Delgado	Normal	Robusto	
CONDICIÓN EPITELIAL	Decoloración	0	1	2	0	3
	Manchas	0	1	1	0	2
	Lesiones	1	22	31	1	55
	Decoloración, polígonos y bordes irregulares	1	0	0	0	1
	Decoloración, manchas y lesiones	0	0	1	0	1
	Manchas y lesiones	2	2	0	0	4
	Decoloración y lesiones	0	5	2	0	7
	Ninguno	1	4	6	1	12
TOTAL		5	35	43	2	85

Asimismo, al contrastar las diferentes puntuaciones de condición corporal y epitelial (Figura 12) podemos comprobar que la mayoría de los organismos que presentan lesiones se encuentran normales o delgados.

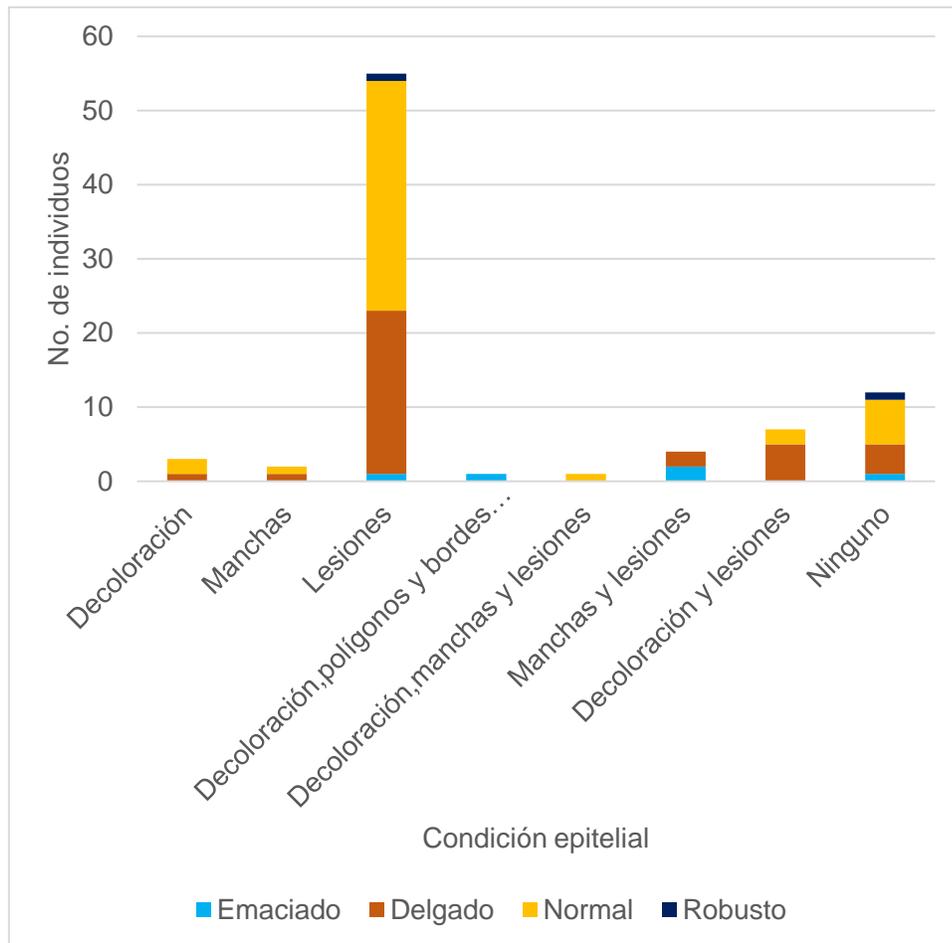


Figura 12. Cantidad de individuos que presentaron las diferentes puntuaciones de condición corporal y epitelial simultáneamente.

Por lo tanto, se encuentra una relación entre las afectaciones de las diferentes puntuaciones de condición corporal con la condición epitelial. Estando, de esta manera, los animales con una puntuación de condición corporal “robusto” asociados

con la condición epitelial “ninguna”, los “emaciados” relacionados con “otras” y los “normales” y “delgados” afines a “lesiones con forma de cortada” (Figura 13).

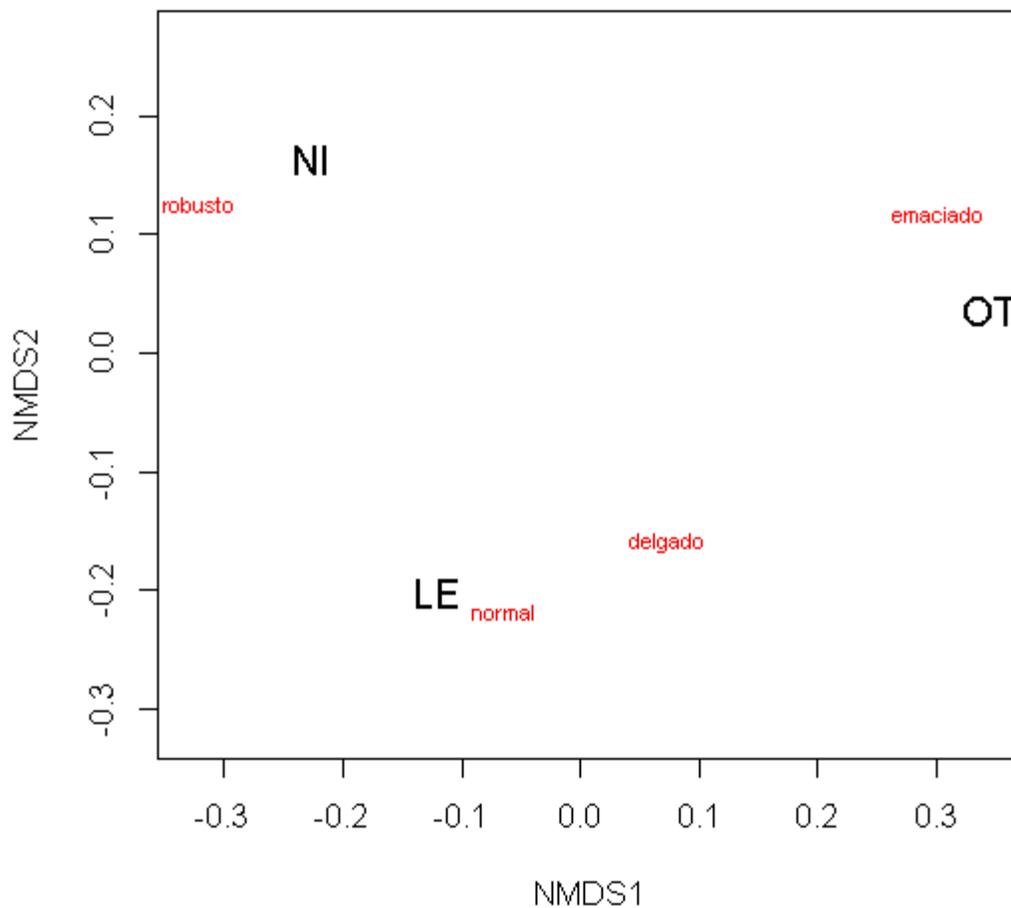


Figura 13. Relación entre condición corporal representado con letras rojas (robusto, normal, emaciado y delgado) y la condición epitelial representada con letras negras (Ni=ninguna, LE=lesiones con forma de cortada, OT=otras lesiones).

VI.4 COMPARACIÓN ENTRE ZONAS

Por otro lado, se comparó la condición corporal entre ambas zonas. Para ello se empleó una prueba de X^2 en donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sitios ($X^2 = 15.806$, $gl = 3$, $p = 0.001242$), (Figura 14). La zona de Tuxpan-Tamiahua se observaron más individuos que presentaron una condición corporal “Delgada”, por el contrario en la zona de Tecolutla-Cazones presenta una mayor incidencia de individuos con condición corporal “Normal” (Figura 15).

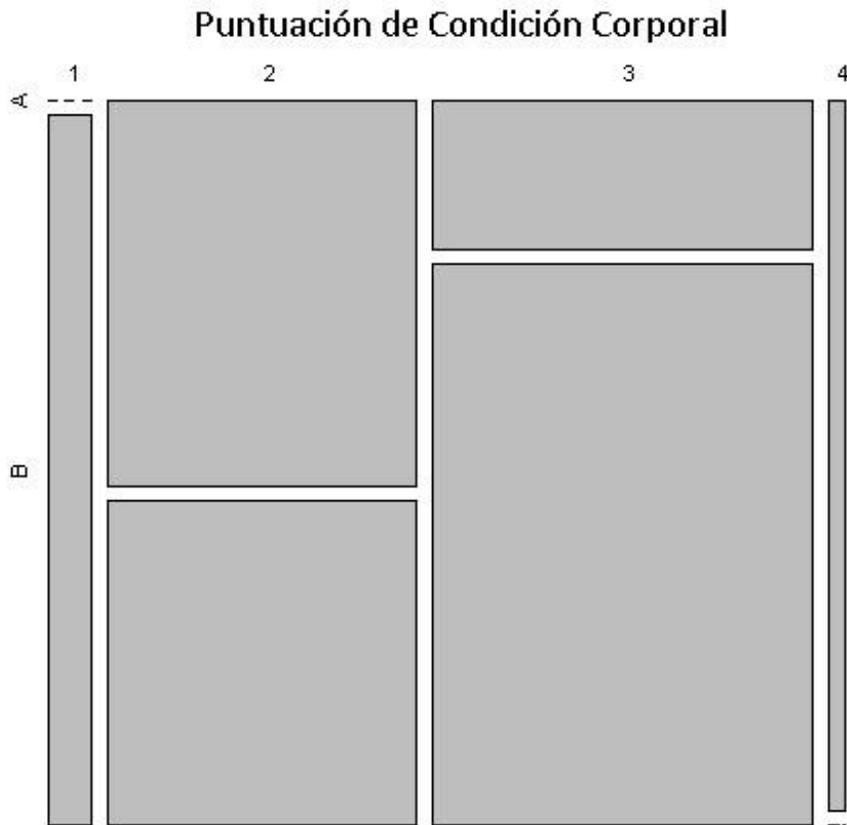


Figura 14. Se muestra la diferencia de las frecuencias de condición corporal entre las dos zonas de estudio (A=Tuxpan-Tamiahua; B=Tecolutla-Cazones), en donde por medio de las dimensiones de los bloques se puede observar que se encontraron diferencias significativas entre ambas zonas.

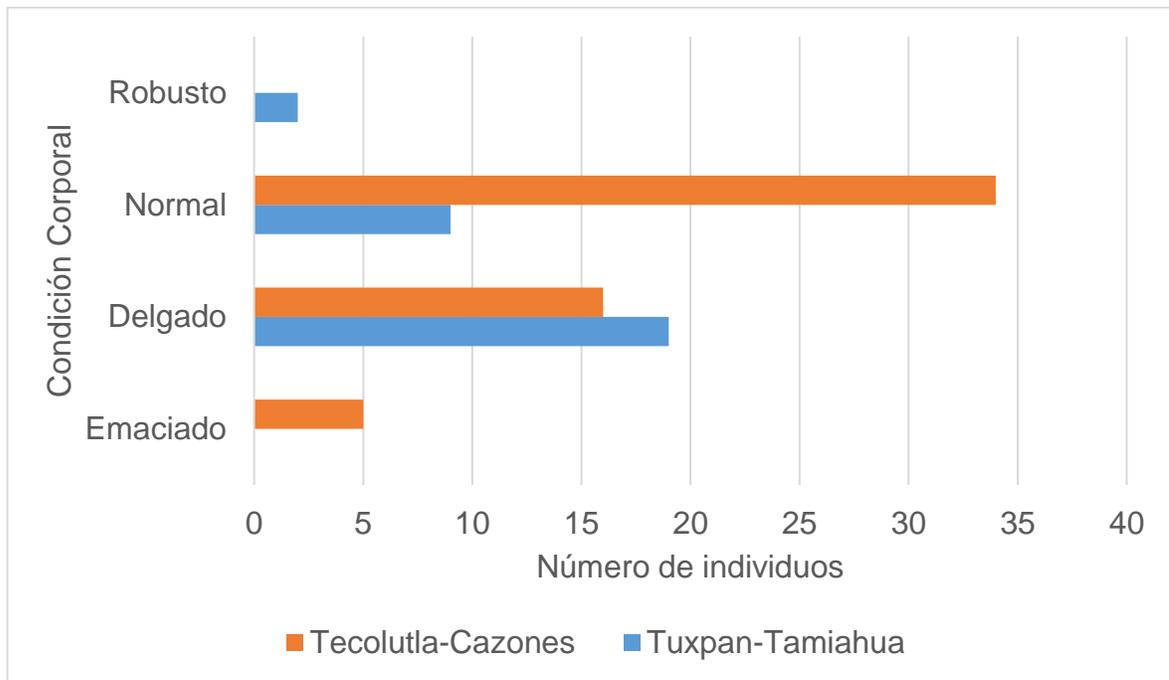


Figura 15. Comparaciones entre las dos zonas de estudio con respecto a la puntuación de condición corporal.

Para la comparación de condición epitelial entre ambas zonas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($X^2= 0.078053$, $gl= 2$, $p= 0.9617$), (Figura 16). Los individuos de ambas zonas mostraron mayor ocurrencia de lesiones con aspecto de rasguño o cortada. En la zona Tecolutla-Cazones fueron registradas todas las puntuaciones de condición epitelial, a excepción de la afectación “Anillos” (PCE III) que no fue observada en alguna de las zonas estudiadas. (Figura 17).

Clasificación de Puntuación de Condición Epitelial

	LESIONES	OTRO	NINGUNO
A			
B			

Figura 16. Se muestra la diferencia de las frecuencias de condición epitelial entre las dos zonas de muestra (A=Tuxpan-Tamiahua; B=Teocolutla-Cazones), en donde las “lesiones” fueron las más comunes, sin encontrarse diferencias significativas entre ambas zonas.

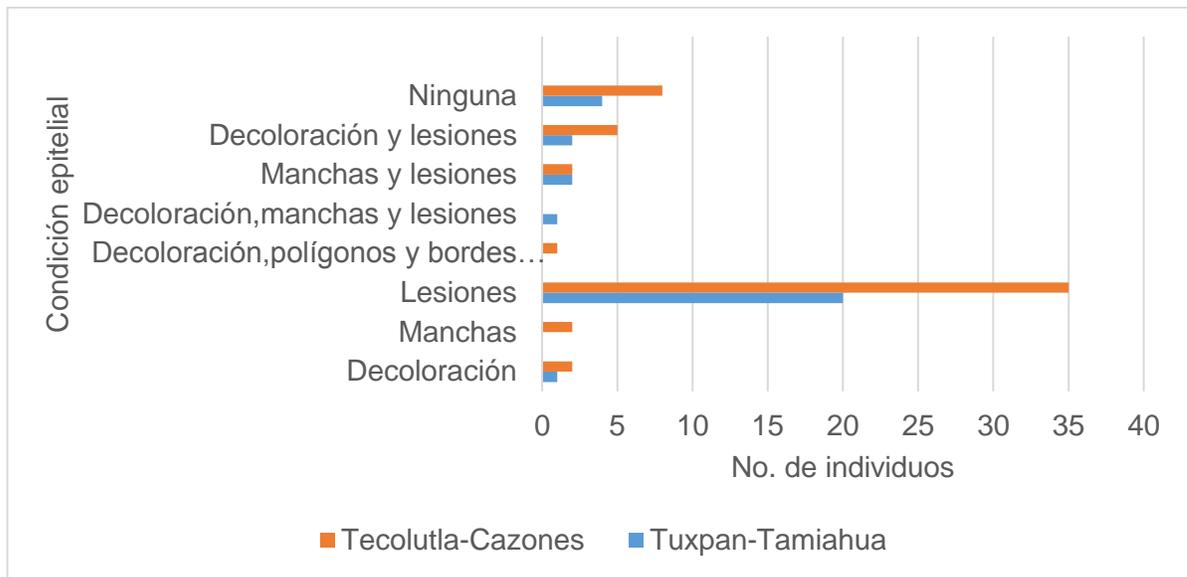


Figura 17. Comparaciones entre las dos zonas de muestreo, con respecto a la puntuación de condición epitelial. Siendo los Anillos (PCEIII) un signo ausente en el periodo de estudio.

VII. DISCUSIÓN

Se utilizaron métodos no invasivos para evaluar la condición corporal y epitelial de los organismos, contrario a otros trabajos donde es necesario el contacto con los organismos para realizar las evaluaciones (Joblon *et al.*, 2014). Sin embargo en el caso de la condición corporal, la mayoría de las evaluaciones se han llevado a cabo mediante el uso de fotografías (Bradford *et al.*, 2008; Chávez-Martínez, 2014) pero no de video, como es el caso del presente estudio. Por el contrario, en el caso de la condición epitelial, los métodos invasivos son más precisos debido a que se puede asegurar un buen diagnóstico de la presencia de una enfermedad a través de análisis sanguíneos o de tejidos para su confirmación (Rowe *et al.*, 2010; Mancía *et al.*, 2015; Bradford *et al.*, 2012, Joblon *et al.*, 2014).

En el presente estudio, se analizaron un total de 30 individuos para la zona de Tuxpan-Tamiahua y 55 individuos para la zona de Tecolutla-Cazones siendo un total de 85 individuos avistados durante 2016. De acuerdo a los modelos seleccionados para la estimación de abundancia señalan que la población total aproximada para la zona de Tuxpan-Tamiahua sería de 38 delfines, mientras que la de Tecolutla-Cazones sería de 65, lo que significaría que no se logró analizar a los dos grupos por completo. Lo que hace pensar que esta estimación es incorrecta e imprecisa, ya que Vázquez-Castán *et al.* (2014) estiman un población de $N= 2,632$ mediante la metodología de muestreo a distancia (la más aceptada en todo el mundo para

mamíferos marinos) y Valdes-Arellanes *et al.* (2011) estimaron un tamaño de $N=302 \pm 113$ mediante el modelo de Jolly-Seber. Tanto los resultados de Castán y Valdes además proporcionan un coeficiente de variación, lo que le da validez a sus datos, lo cual no se puede hacer con la metodología utilizada en este estudio.

VII.1 CONDICIÓN CORPORAL

Los delfines adultos se mostraron normales y delgados, en proporciones iguales. En el presente estudio no se clasificaron los individuos de acuerdo al sexo, pero en otros estudios se han reportado hembras de ballena franca (*Eubalaena glaciaris*) en condiciones de “delgadas” durante los años de parto y crianza (Pettis, 2004), al igual que con la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*), donde Christiansen *et al.* (2016) mencionan esta misma condición en los adultos y en las hembras lactantes en temporadas de reproducción. Las hembras lactantes de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) presentan una condición corporal deficiente mientras alimentan a sus crías (Bradford *et al.*, 2008).

En contraste a esto, la mayoría de los juveniles y las crías presentaron una condición corporal normal. Esto puede deberse a la alimentación que reciben de su madre mientras dependen de ella. Christiansen *et al.* (2016) reportan una relación entre la condición corporal de las hembras y sus crías, ya que mientras ellas se encuentran lactando, su condición corporal es delgada, mientras que la de sus crías

se mantiene normal gracias a los nutrientes que recibe. Aunque en los trabajos antes mencionados no se analizaron delfines, la justificación sobre la condición corporal de *Tursiops truncatus*, puede coincidir con las anteriores, si tomamos en cuenta que todos los “emaciados” fueron adultos y todos los “robustos” crías.

Muchas veces, factores como la temporalidad también pueden influir en las variaciones de condición corporal (Abott, 2004). Por ejemplo, Bradford *et al.* (2008) mencionan una mejoría durante los meses de alimentación, sin embargo, en ambas zonas se presentaron las cuatro puntuaciones de condición corporal a lo largo de todo el periodo de estudio.

Esto coincide con lo que reporta Chávez-Martínez (2014) para la zona centro de Veracruz, en donde la mayoría de los individuos se encuentran con una buena condición. No obstante, (Chávez-Martínez, 2014) también menciona que la emaciación se presentó a lo largo de periodo de estudio con mayor frecuencia en la temporada de lluvias (junio-septiembre), contrario a los resultados de esta investigación, en donde las condiciones deficientes presentaron una mayor ocurrencia de casos en el mes de abril.

VII.2 CONDICIÓN EPITELIAL

En aspectos de condición epitelial, la mayoría de los adultos (63%) presentaron lesiones y marcas con aspecto de cortada o rasguño, por el contrario de los juveniles y crías, en donde la mayoría no presentaron alguna de las puntuaciones, esto podría deberse a que los adultos, suelen acercarse a las embarcaciones para alimentarse. Debido a la escasa presencia de marcas de dientes en las crías, se puede inferir que reciben pocas o nulas agresiones por parte de otros delfines. Maldini *et al.* (2010) mencionan que estas lesiones son visibles a partir de su segundo o tercer año de edad, contrario a lo reportado por Van Bresse *et al.* (2007) en donde crías de *Cephalorynchus commersonni* y *Cephalorynchus eutropia* presentan “lesiones redondas”.

Maldini *et al.* (2010) catalogaron cinco tipos de signos epiteliales, sin embargo no tomaron en cuenta las “lesiones” tipo cortada para su análisis. En su estudio 133 adultos (90%) y 30 crías (71%) fueron afectados por uno o múltiples signos de condición epitelial, encontrando diferencias significativas entre adultos y crías ($\chi^2 = 25.641$; $df = 2$; $p=0.001$). Al igual que en nuestro estudio, en donde los adultos mostraron mayor prevalencia de signos a diferencia de los juveniles y las crías.

Para poder seleccionar a los individuos que presentaron una condición epitelial más deficiente del resto, se catalogaron en grupos aquellas puntuaciones simultáneas.

Todos los delfines incluidos en esta categoría fueron adultos, no obstante, si alguno de estos individuos se encontrara en etapa de crianza podría tener una repercusión en la cría, tomando en cuenta que Rowe *et al.* 2010 reportan una relación entre la condición epitelial de las hembras lactantes y el tamaño de las crías, ya que aquellas con mayor ocurrencia de lesiones epidérmicas presentan crías con menor tamaño.

Las lesiones y marcas tipo cortada o rasguño presentaron una prevalencia del 67% del total de delfines observados. Van Bresseem *et al.* (2007) en su estudio registraron heridas, cicatrices y traumas en 73 delfines y marsopas del total de los cetáceos que analizaron (12%), con posible relación a la captura en redes de pesca y colisión con botes, al igual que Maldini *et al.* 2010 quienes reportaron estas marcas a causa de diversos factores.

La decoloración fue la segunda puntuación de condición epitelial con mayor prevalencia (12%). Van Bresseem *et al.* (2007) observaron que se encontraba asociada a las cicatrices de las heridas, de igual modo, Burdett-Hart *et al.* (2012) en su trabajo mencionan que la decoloración revela un proceso de cicatrización, aunque también se hizo presente en los sitios de unión de los ectoparásitos, y en ocasiones puede deberse a una infección viral previa, como el herpes, o bien, por la inflamación.

Las manchas mostraron una prevalencia del 7%. Burdett-Hart *et al.* (2012) reportan que las manchas están asociadas a una infección viral ajena al poxvirus y al herpes. Únicamente el 1% mostraron polígonos, los cuales, según Maldini *et al.* (2010) pueden ser el resultado de una infestación de *Cryptolepas*. Asimismo, los bordes irregulares, también representaron menos del 1 % y solo fueron observados en un delfín, que según los pobladores locales, se encontró varado y muerto pocos meses después del avistamiento. Por el contrario a nuestro estudio, Maldini *et al.* (2010) para delfines en California en donde cerca del 80% (n=142) presentaron bordes irregulares.

Este signo, revela la presencia de *Lacazia loboi*, un hongo causante de Lacaziasis, lo cual fue verificado por Maldini *et al.* (2010) donde la enfermedad fue reportada al norte del Golfo de México, en la península de Florida. Por otro lado, Van Bresse *et al.* 2007 reportan esta enfermedad únicamente en *T. truncatus* costeros de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, todos los delfines con presencia de Lacaziosis se encontraron cerca de ciudades y puertos grandes, lo cual conlleva a pensar que las perturbaciones humanas pueden ser un factor clave en presencia de esta enfermedad.

Por su parte, otro factor de condición epitelial es la presencia de epifauna asociada. En el presente estudio se encontró la presencia de *Xenobalanus spp.* en el 44% de

los delfines observados. Estos organismos se ubicaron en las aletas principalmente, lo cual coincide a lo reportado por Toth-Brown y Hohn (2007) quienes detectaron la presencia de este género en la mayoría de los delfines (*T. truncatus*) de su estudio, asimismo, mencionan que se produjo en porcentajes y abundancia mayores en los grupos de delfines alejados de la costa que en los cercanos.

La cobertura de las diferentes puntuaciones de condición epitelial observadas en el cuerpo de los delfines, muestran una prevalencia del 68% en la sección “b”, lo cual coincide con lo reportado por Sánchez-Martínez (2015) quienes mencionan que la mayor parte de las lesiones cutáneas que analizaron se presentaban en la región central, a pesar de que estuvieron presentes en las tres regiones.

No obstante, cabe señalar que las lesiones cutáneas que Sánchez-Martínez (2015) analizaron eran aquellas causadas por agentes patógenos microbianos, por el contrario al presente estudio en donde las diferentes puntuaciones de condición epitelial tienen características que dependen de diversos factores. Es pertinente resaltar que los análisis de regionalización de signos visibles deben ser más profundos, donde la posibilidad de observar las lesiones sea superior para poder comprobar la veracidad de los resultados.

Los meses de abril, febrero y junio presentan una mayor ocurrencia de signos y lesiones que manifiestan una condición epitelial comprometida, estos meses coinciden aquellos en los que hubo mayor número de casos de delfines emaciados y delgados, con lo que por ello se comprobó una relación entre la condición epitelial y la corporal.

VII.3 DETERMINACIÓN DE SALUD A TRAVÉS DE INDICADORES

La condición corporal está relacionada con la condición epitelial de cada individuo analizado. Los delfines robustos fueron crías y juveniles que en su mayoría tuvieron ausencia de puntuaciones de condición epitelial, lo que conlleva a pensar que al tener buena alimentación no toman los mismos riesgos que los adultos, por lo que su comportamiento se limita a la interacción con su madre y algunas hembras. Además la leche materna refuerza el sistema inmunológico, por lo que la probabilidad de contraer enfermedades se vuelve menor.

La mayoría de los animales con lesiones se encontraron normales (n=31), sin embargo, la proporción de delgados tampoco (n=21). Una de las razones por las cuales la condición de delgados puede estar asociada con las lesiones, puede ser por factores relacionados con la alimentación. Todos los animales con estas características fueron adultos, a los cuales se les observó interactuando con

embarcaciones, por lo que al acercarse a ellas corren el riesgo de ser lastimados por las hélices en los motores de las mismas.

La cuestión actual sigue estando en la causa de este comportamiento. Una de las especulaciones se centra en la disposición de presas y la facilidad para conseguirlas, es decir, si los recursos marinos están disminuyendo, entonces podría esto influir en la salud de los delfines y la condición corporal y epitelial nos lo estarían indicando.

Asimismo, la condición corporal más deplorable, la emaciación, estuvo relacionada a otras lesiones, las cuales fueron, decoloración, manchas, polígonos y bordes irregulares. Esto tiene sentido puesto que las enfermedades causan una condición corporal pobre (Maldini *et al.*, 2010; Joblon *et al.* 2014).

Abott (2004) menciona que la emaciación predice la mortalidad, lo cual coincide con lo reportado por Pettis (2004) en donde los cetáceos muertos se encontraron emaciados. En el presente estudio solo se observó un solo caso de un delfín emaciado y con signos de Lacaziasis, simultáneamente.

Diversos factores pueden ser los causantes de las enfermedades en los delfines, sin embargo, algunos autores sugieren que puede deberse a actividades humanas que provocan contaminación (Rowe *et al.*, 2010; Van Bresseem *et al.*, 2007). La presencia de antibióticos en el agua residual hacen más resistentes las bacterias patógenas, por ejemplo, en el sur de Chile, hay una gran cantidad de granjas de salmón y los desechos de estas pueden estar produciendo resistencia a las bacterias, lo cual ha desarrollado cada vez más enfermedades no antes vistas (Van Bresseem *et al.* 2007).

Por su parte, la salud de los delfines dependerá del ámbito hogareño de los mismos y el uso del habitat. En el presente estudio se encontraron más delfines normales en la zona de Tecolutla-Cazones, sin embargo, en la zona de Tuxpan-Tamiahua, se encontraron en su mayoría delgados, presentándose en ambas zonas una alta prevalencia de marcas y lesiones tipo cortada o rasguño. Entonces, si tomamos en cuenta las perturbaciones humanas como factor determinante del estado de salud de los delfines, podríamos especular que una zona puede estar más afectada que otra.

Van Bresseem *et al.* (2007) reportan que los delfines más afectados de salud se observaron cerca de las ciudades y puertos grandes de Sudamérica. Del mismo modo, Rowe *et al.* (2010) hicieron la comparación de dos zonas, la perturbación de

una de ellas se vio reflejada en la salud de los delfines, en donde además la población de delfines disminuyó un 34%, los delfines de esta zona están sujetos a impactos en el ecoturismo y la modificación del hábitat, puesto que al igual que en la zona de Tuxpan, hay una central generadora de energía y una ciudad más poblada, en comparación con la otra zona, en donde hay menos actividades humanas y una escorrentía natural.

La variabilidad en prevalencia y aparición de estas condiciones puede depender de las variables ambientales como lo son la temperatura del agua, la salinidad y la presencia de agentes causantes de estrés como la contaminación (Wilson *et al.* 1999), por lo que el hecho de no encontrar organismos con presencia de enfermedades puede ser un indicativo de que no existe demasiado estrés ambiental, sin embargo se debe continuar monitoreando a los organismos para conocer si posteriormente hay más ocurrencias de Lacaziosis.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto en el presente estudio, se permiten arribar las siguientes conclusiones:

1. El número de delfines registrados fue menor al número total de individuos estimados por los modelos utilizados en la presente investigación, ya que para Tuxpan-Tamiahua se observaron 30 delfines de los 38 individuos estimados y para Tecolutla-Cazones se observaron 55 delfines de los 65 individuos estimados. Por lo que faltó esfuerzo para realizar las evaluaciones a todos los delfines del grupo en las zonas de estudio.
2. La mayoría de los delfines analizados en el presente estudio fueron adultos con una condición corporal “delgados”, por el contrario de los juveniles y crías cuya condición corporal se observó “normal”. Todos los casos de delfines demasiados fueron adultos, y todos los casos de delfines robustos fueron crías. Asimismo, los adultos fueron quienes mostraron una mayor prevalencia de lesiones, al contrario de los juveniles y las crías. Por lo tanto los delfines adultos son quienes presentan más indicadores de una salud deplorable.

3. En la presente investigación la mayoría de los delfines no presentó epifauna asociada, sin embargo, en los delfines que la presentaron fue observada en las áreas mutiladas de las aletas y heridas. Por el momento no se hallaron investigaciones previas que señalen que los Xenobalanos puedan ser agentes infecciosos para los delfines en estas condiciones, por lo que se sugieren más estudios al respecto para saber si estos epibiontes son responsables de la transmisión de algunas enfermedades.

4. Al hacer la comparación entre zonas nos encontramos que en la zona de Tuxpan-Tamiahua se observó una ocurrencia mayor de delfines delgados. Mientras que en la zona de Tecolutla-Cazones se encontraron delfines en su mayoría con una condición corporal normal, sin embargo, aunque esto haya sido así, en esta zona también se registraron la mayoría de los casos de emaciación, además, se observó una mayor ocurrencia de lesiones epiteliales, en donde incluso hubo presencia de Lacaziosis. No obstante, en ambas zonas prevalecieron las lesiones con aspecto de rasguño o cortada y en ninguna de las zonas se observaron delfines con "Anillos". Por lo anterior señalado, se demuestra que ambas zonas de estudio presentan indicadores de una salud afectada.

5. Existe una relación entre las puntuaciones de condición epitelial y corporal. De manera que los delfines robustos presentan una relación con "ninguna" condición epitelial, los delgados y normales con las "lesiones en forma de cortada o rasguño" y los emaciados con las otras restantes.

Los estudios relacionados con la salud de los delfines hasta el momento no han sido suficientes para lograr la prevención y tratamiento exitoso de las enfermedades que afectan a los grupos de delfines alrededor del mundo, por lo que se sugiere, se continúen las investigaciones sobre estas.

IX. APLICACIÓN PRÁCTICA

Este estudio podría ser aplicado a una escala regional e incluso utilizar las escalas de puntuación propuestas, de esta forma, también los métodos podrían ser utilizados y mejorados para realizar un análisis epizootológico y de esta manera conocer la presencia de enfermedades en otros mamíferos marinos.

Una de las sugerencias para la mejora de este trabajo sería el realizar una evaluación minuciosa del material fotográfico recopilado en años anteriores para poder hacer un análisis de condición corporal y epitelial de cada individuo, y posteriormente ser comparado con el presente estudio.

De igual modo, se sugiere realizar una actualización de datos sobre la distribución y abundancia de *Tursiops truncatus* en la zona costera del norte de Veracruz, para poder complementar con esa información este tipo de estudios. De tal manera que se llega a presentarse más casos de enfermedades se puedan tomar las medidas epidemiológicas adecuadas con mayor precisión y exactitud. Así como también se pueda inferir si, por ejemplo, los casos de enfermedades presentados pertenecen a delfines residentes o transeúntes, o si este tipo de afectaciones en la condición corporal y epitelial está influenciando en la abundancia de delfines para estas zonas.

Se indica la necesidad de una investigación más profunda sobre el estudio de los efectos que tienen las actividades humanas en la diseminación de las enfermedades en cetáceos. Especialmente en las poblaciones de delfines costeros que están expuestas al deterioro de su hábitat. Por lo que se sugieren investigaciones más dedicadas al conocimiento de la calidad del agua tanto marina como de las cuencas hidrográficas que afluyen en la zona costera de Veracruz. Estas evaluaciones aportarían información valiosa para las futuras evaluaciones de salud.

Los resultados de esta investigación demuestran que la mayoría de los delfines presentan lesiones con aspectos de rasguño o cortada, lo que de acuerdo su comportamiento estas “marcas” pueden ser causadas por la interacción entre ellos mismos, otros animales, como tiburones, y más preocupante, debido a la interacción que estos animales tienen con las embarcaciones, ya que al acercarse a estas para conseguir alimento, las aspas de las lanchas pueden lastimarlos.

Este problema no solo ocurre con delfines, sino también con otros animales. Por lo que se derivan dos propuestas, que si bien no son a corto plazo, podrían mejorar la calidad de vida de los organismos marinos que se ven afectados por

este tipo de problemas. La primera es la creación de rutas específicas para el tráfico de embarcaciones, esto lograría el establecimiento de la distribución de especies de todos los niveles tróficos que se pueden ver afectados por este tipo de perturbación. No obstante, para el caso de los *T. truncatus*, quienes se acercan por voluntad propia podría no ser tan funcional, por lo que la segunda propuesta sería el uso de motores a propulsión. Esta propuesta en particular, requiere del apoyo profesional de otras disciplinas que fomenten este tipo de alternativas más amigables con el medio, de manera que incluso se pueda crear una industria sustentable, en donde el factor económico no sea una limitante para el uso de estas adquisiciones.

Por último, pero no menos importante, sugerirle a las autoridades y a las instituciones encargadas de la protección del ambiente que se revise con veracidad y rigor el cumplimiento de las leyes y normas ya establecidas para el cuidado y la conservación de la zona marítima.

X. BIBLIOGRAFÍA

Abbott, K. 2004. *The Decline of the Southern Resident Population of Killer Whales: A two part analysis*. Tesis de Maestría. Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Universidad de Duke. Washington, E.U.A.

Balmer, B.C., et al. 2011. *Relationship Between Persistent Organic Pollutants (Pops) And Ranging Patterns In Common Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) From Coastal Georgia, USA*. *Science of the Total Environment*. 409 (2011): 2094–2101.

Balmer, B. C.; et al. 2015. *Persistent Organic Pollutants (Pops) In Blubber of Common Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) Along the Northern Gulf Of Mexico Coast, USA*. *Science of the Total Environment*. 528 (2015): 306–312.

Barnett, J., et al. 2015. *Identification of Novel Cetacean Poxviruses in Cetaceans Stranded in South West England*. *Plos One*. 10 (6): 1-9.

Bessesen, B. L., et al. 2014. *Lacaziosis-Like Disease Among Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* Photographed in Golfo Dulce, Costa Rica. Diseases of Aquatic Organisms.* 107 (2014): 173–180.

Blacklaws, B. A., et al. 2013. *Molecular Characterization of Poxviruses Associated with Tattoo Skin Lesions in UK Cetaceans. Plos One.* 8 (8): 1-9.

Bossart, G. D. 2006. *Case Study Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. Oceanography.* 19 (2): 134-137.

Bradford, A. L., et al. 2008. *Seasonal and Annual Variation in Body Condition of Western Gray Whales off Northeastern Sakhalin Island, Russia. International Whaling Commission.* 60 (2008): 1-12.

Burdett-Hart, L., et al. 2010. *Modeling Lacaziosis Lesion Progression In Common Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* Using Long-Term Photographic Records. Diseases of Aquatic Organisms.* 90 (2010): 105-112.

Burdett-Hart, L. *et al.* 2012. *Skin Lesions on Common Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) from Three Sites in the Northwest Atlantic, USA.* *Plos One.* 7 (3): 1-12.

Caon, G., C. B. Fialho y D. Danilewicz. 2007. *Body Fat Condition in Franciscanas Pontoporia blainvillei in Rio Grande do Sul, Southern Brazil.* *Journal Mammal.* 88 (5): 1335-1341.

Cassoff R. 2014. *Use of Overhead Imaging for Body Condition Assesment.* [10 de junio de 2015]. Página de internet: (<http://sarasotadolphin.org/wp-content/uploads/2010/11/January-2014-NnN.pdf>.)

Centelleghe, *et al.* 2016. *Molecular Analysis of Dolphin Morbillivirus: A New Sensitive Detection Method Based On Nested RT-PCR.* *Journal of Virological Methods.* 1(16): 1-18.

Chávez-Martínez, K. 2014. *Evaluación visual de la condición corporal del tursión (Tursiops truncatus: Montagü, 1821) mediante foto-identificación.* Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, México.

Cruz, D. y M. Barrera. 2011. *Frecuencia de lesiones en genitales de delfines Tursiops truncatus de la cayería norte central de cuba. Revista de Salud Animal.* 33 (3): 190-196.

Davidson, A. D., et al. 2012. *Drivers And Hotspots Of Extinction Risk In Marine Mammals. PNAS.* 109 (9): 3395-3400.

Del Monte-Luna, P., H. Villalobos y F. Arreguín-Sánchez. 2015. *Variability Of Sea Surface Temperature In The Southwestern Gulf Of Mexico. Continental Shelf Research.* 102: 73–79.

Di Francesco, G., et al. 2016. *Coinfection by Ureaplasma Spp., Photobacterium Damselae And An Actinomyces-Like Microorganism In A Bottlenose Dolphin (Tursiops truncatus) With Pleuropneumonia Stranded Along The Adriatic Coast Of Italy. Research In Veterinary Science.* 105 (2016): 111-114.

Dubey, J. P., et al. 2009. *Toxoplasmosis in Captive Dolphins (Tursiops truncatus) and Walrus (Odobenus rosmarus). Journal of Parasitology February.* 95 (1): 82-85.

Fiorito, C.; et al. 2015. *Identification, Molecular and Phylogenetic Analysis of Poxvirus in Skin Lesions of Southern Right Whale. Diseases of Aquatic Organisms.* 116 (2015): 157-163.

Fiorucci, L., et al. 2015. *Reference Baseline Data for Gastric Cytology in Healthy Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) Under Human Care. Aquatic Mammals.* 41(3):345-350.

Fury, C. A. y J. S. Reif. 2012. *Incidence of Poxvirus-Like Lesions In Two Estuarine Dolphin Populations In Australia: Links To Flood Events. Science of the Total Environment.* 416(2012): 536–540.

Grattarola, C., et al. 2016. *Meningoencephalitis and Listeria monocytogenes, Toxoplasma gondii and Brucella spp. coinfection in a Dolphin in Italy. Diseases of Aquatic Organisms.* 118(2016): 169–174.

Gonzalvo, J., I. Giovos y S. Mazzariol. 2014. *Prevalence Of Epidermal Conditions In Common Bottlenose Dolphins (Tursiops Truncatus) In The Gulf Of Ambracia, Western Greece. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 463 (2015): 32-38.

Harkonen, T., et al. 2012. *Collapse of a Marine Mammal Species Driven by Human Impacts*. *Plos One*. 7(9): 9.

Harper, C. G., et al. 2003. *Comparison of Diagnostic Techniques for Helicobacter cetorum Infection in Wild Atlantic Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus)*. *Clinical Microbiology*. 41 (7): 2842–2848.

Henderson, E. E., et al. 2014. *Efectos de las fluctuaciones de la temperatura superficial del mar sobre la presencia de pequeños cetáceos frente al sur de California*. *Boletín de Pesca*. 112 (2-3): 159.

Hermosilla, C., et al. 2015. *Endoparasite Survey Of Free-Swimming Baleen Whales (Balaenoptera musculus, B. physalus, B. borealis) and Sperm Whales (Physeter macrocephalus) Using Non/Minimally Invasive Methods*. *Parasitology Research*. 1(2015): 1-9.

Joblon, M. J., et al. 2014. *Body Condition Scoring System for Delphinids Based on Short-beaked Common Dolphins (Delphinus delphis)*. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*. 7 (2): 1-9.

Kaschner K., et al. 2011. *Current and Future Patterns of Global Marine Mammal Biodiversity. Plos One.* 6 (5): 1-13.

Keith, D. A., et al. 2013. *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. Plos One.* 8 (5): 25.

Letetrel, C, et al. 2015. *Estimation Of Vertical Land Movement Rates Along The Coasts Of The Gulf Of Mexico Over The Past Decades. Continental Shelf Research.* 11 (A): 42-51.

Linacre, L., et al. 2015. *Distribution Pattern Of Picoplankton Carbón Biomass Linked To Mesoscale Dynamics In The Southern Gulf Of Mexico During Winter Conditions. Deep-Sea Research I.*106 (2015): 55–67.

Lunardi, D., et al. 2016. *Transcriptomic Analysis Of Bottlenose Dolphin (Tursiops truncatus) Skin Biopsies To Assess The Effects Of Emerging Contaminants. Marine Environmental Research.* 114 (2016): 74-79.

Magera, A. M., et al. 2013. *Recovery Trends In Marine Mammal Populations. Plos One.* 8 (10): 1-12.

Maldini, D., et al. 2010. *Prevalence of Epidermal Conditions in California Coastal Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in Monterey Bay. AMBIO. 39 (7): 455-62.*

Mancia, A.; et al. 2015. *Microarray Applications To Understand The Impact Of Exposure To Environmental Contaminants In Wild Dolphins (Tursiops truncatus). Marine Genomics. 19 (2015): 47–57.*

Miller, P. y A. Hall. 2012. *Behavioral Ecology of Cetaceans: The Relationship of Body Condition with Behavior and Reproductive Success.* [7 de junio de 2015, de SERDP]. Página de internet: (<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a571811.pdf>)

Murdoch, M. E., et al. 2008. *Lobomycosis In Bottlenose Dolphins Tursiops truncatus From The Indian River Lagoon, Florida: Estimation Of Prevalence, Temporal Trends, And Spatial Distribution. Ecohealth. 5 (2008): 289-297.*

Nymo, I. H., M. Tryland y J. Godfroid. 2011. *A Review Of Brucella Infection In Marine Mammals, With Special Emphasis On Brucella Pinnipedialis In The Hooded Seal (Cystophora cristata)*. *Veterinary Research*. 42 (2011): 1-93.

Ortiz-Lozano, L. D., et al. 2010. *Zona costera. México: Gobierno del estado de Veracruz. México*. 1 (2010):124-146.

O'Shea, T. J. y D. K. Odell. 2008. *Large-Scale Marine Ecosystem Change And The Conservation Of Marine Mammals*. *Journal Of Mammalogy*. 89 (3): 529–533.

Pettis, H. M., et al. 2004. *Visual Health Assessment Of North Atlantic Right Whales (Eubalaena glacialis) Using Photographs*. *Canadian Journal of Zoology*. 82 (2004): 8-19.

Reif, J. S., et al. 2009. *Immune Dysfunction In Atlantic Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) with Lobomycosis*. *Medical Mycology*. 47 (2):125–135.

Rossi-Santos, M. R. 2015. *Oil industry and noise pollution in the humpback whale (Megaptera novaeangliae) soundscape ecology of the southwestern Atlantic breeding ground*. *Journal of Coastal Research*. 31 (1):184-195.

Rotstein, D. S., et al. 2009. *Lobomycosis In Offshore Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus), North Carolina. Emerging Infectious Diseases.* 15 (4): 588-590.

Rowe, G. T., et al. 2008. *Comparative Biomass Structure And Estimated Carbon Flow In Food Webs In The Deep Gulf Of Mexico. Deep-Sea Research II.* 55 (2008): 2699–2711.

Rowe, L. E., et al. 2010. *Assessment Of Epidermal Condition And Calf Size Of Fiordland Bottlenose Dolphin Tursiops truncatus Populations Using Dorsal Fin Photographs And Photogrammetry. Endang. Species Rescue.* 11 (2010): 83-89.

Santema, M., et al. 2015. *Water Column Oxygen Dynamics Within The Coastal Gradient In The Northeastern Gulf Of Mexico Inner Shelf. Continental Shelf Research.* 104 (2015): 104-119.

Schwacke, et al. 2013. *Health of Common Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in Barataria Bay, Louisiana, Following the Deepwater Horizon Oil Spill. Environmental Science and Technology.* 48: 93–103.

Serrano, A., I. Martínez-Serrano y Z. Zavaleta-Lizárraga. 2011. *Diversidad y conservación de mamíferos marinos. La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado*. 2 (1): 611-619.

Simeone, C. A.; et al. 2015. *A Systematic Review of Changes in Marine Mammal Health in North America, 1972-2012: The Need for a Novel Integrated Approach*. *Plos One*. 10 (11): 1-17.

Smith, C. R., et al. 2013. *Comparison Of Nephrolithiasis Prevalence In Two Bottlenose Dolphin (Tursiops truncatus) Populations*. *Frontiers In Endocrinology*. 145 (4): 1-5.

Sutherland, W. J. 2003. *Individual Recognition*. En: *Ecological Census Techniques* (268-269). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University.

F. N. Thompson, E. R. Abraham, K. Berkenbusch. 2013. *Common Dolphin (Delphinus delphis) Bycatch in New Zealand Commercial Trawl Fisheries*. *Plos one*. 8 (5): 1-11.

Toth-Brown, J. y A. A. Hohn. 2007. *Occurrence of the Barnacle, Xenobalanus globicipitis, on Coastal Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in New Jersey. Crustaceana.* 80 (10): 1271-1279.

Truchon, M. H., et al. 2013. *Marine Mammal Strandings and Environmental Changes: A 15-Year Study in the St. Lawrence Ecosystem. Plos One.* 8 (3): 1-10

Ueda, K., et al. 2013. *Two Cases of Lacaziosis in Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in Japan. Hindawi Publishing Corporation, Case Reports in Veterinary Medicine.* 1 (2013): 1-9.

Valdés-Arellanes, M. P., et al. 2011. *Abundancia de dos poblaciones de toninas (Tursiops truncatus) en el norte de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad.* 82 (2011): 227–235.

Van Elk , C. E., et al. 2009. *Genital Herpesvirus In Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus): Cultivation, Epidemiology, And Associated Pathology. Journal Of Wildlife Diseases.* 45 (4): 895-906.

Van Bresseem, M. F., R. Gaspar y F. J. Aznar. 2003. *Epidemiology Of Tattoo Skin Disease In Bottlenose Dolphins Tursiops truncatus from the Sado Estuary, Portugal. Diseases of Aquatic Organisms.* 56: 171–179.

Van Bresseem, M. F., *et al.* 2007. *A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from South American waters.* Latin American Journal of Aquatic Mammals. 6 (2007): 7-42.

Van Bresseem, M. F., *et al.* 2014. *Cetacean Morbillivirus: Current Knowledge And Future Directions.* Viruses. 6 (2014): 5145-5181.

Van Bresseem, *et al.* 2015. *Epidemiology Of Lobomycosis-Like Disease In Bottlenose Dolphins Tursiops spp. From South America And Southern Africa.* Diseases Of Aquatic Organisms. 117 (2015): 59–75.

Vázquez-Castán, *et al.* 2014. *Is The Northern-Central Coast Of Veracruz, México An Important Area For Bottlenose Dolphin (Tursiops truncatus Montagu, 1821)?.* Thalassas. 30 (2): 57-64.

Villicaña-Ortiz, E., et al. 2015. *Solar Energy Potential in the Coastal Zone of the Gulf of Mexico. Renewable Energy.* 81 (2015): 534–542.

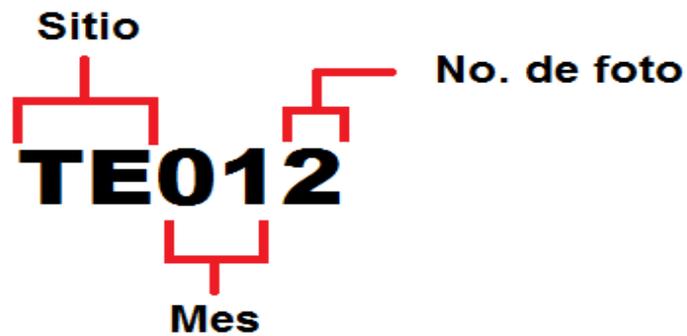
Wells, R. S., et al. 2004. *Bottlenose Dolphins as Marine Ecosystem Sentinels: Developing a Health Monitoring System. EcoHealth.* 1(3): 246-254.

Wells, R. S. 2009. *Learning from nature: Bottlenose dolphin care and husbandry. Zoo. Biol.* 28 (2009): 1-17.

Wilkinson, T., et al. 2009. *Ecoregiones marinas de América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 197 p.

Zavala-Hidalgo, J., R. Romero-Centeno y A. Mateos-Jasso. 2014. *The Response Of The Gulf Of Mexico To Wind And Heat Flux Forcing: What Has Been Learned In Recent Years? Atmosphere.* 27(3): 317-334.

ANEXO A



A.1. Forma en la que se elaboraron las claves para la identificación de los organismos



A.2. TE012 fue el individuo más afectado hasta el momento, presentó signos de Lacaziasis (Decoloración, Bordes irregulares, Polígonos y Emaciación). En fechas

recientes, nos comentan los pescadores, que se encontró varado y sin vida en la playa de Casitas, Ver.



A.3. TE018 presenta decoloración en aleta dorsal y zona lateral, así como Emaciación y heridas recientes de aspás de embarcaciones.



A.4. TE022 presenta Emaciación, muescas en aleta dorsal, se observó acompañado de una cría, lo que nos hace especular su condición corporal.



A.5. TE024 se observa Emaciado, presenta epifauna en aleta dorsal, cerca de la punta, justo en el lugar donde se observa una pequeña muesca.



A.6. TE0210 presenta Emaciación, pequeñas muescas en aleta dorsal, manchas provocadas por marcas de dientes, cicatriz en lado derecho de aleta dorsal.



A.7. TU032 se observa con cicatrices en el área dorsal, mancha en área epaxial y "hundimiento" circular junto a la mancha, decoloración en aleta dorsal lado izquierdo.