

Varamientos de toninas, *Tursiops truncatus*, en Laguna de Términos y zonas adyacentes, 2002-2013

Strandings of bottlenose dolphins, Tursiops Truncatus, in Terminos Lagoon and adjacent areas, 2002-2013

Rivas Hernández, G.

Universidad Autónoma del Carmen
garivas@pampano.unacar.mx

Delgado Estrella, A.

Universidad Autónoma del Carmen
adelgado@pampano.unacar.mx

Barreto Castro, R.

Universidad Autónoma del Carmen
mbarreto@pampano.unacar.mx

Resumen

En el área de Laguna de Términos se han registrado un total de 115 varamientos de toninas muertas de 2002 a 2013. El mayor número de varamientos ocurrió en 2006 (n= 19), mientras que el menor número se registró en 2007 y 2011 (n= 3); la mayor frecuencia fue en mayo (n= 23 registros) y en diciembre se registraron solamente dos animales varados. El mayor número de varamientos ocurrió en la temporada de secas (n=53, 46 %), seguido de la temporada de lluvias (n=42, 37%) y la de nortes (n=20, 17 %). Del total de 115 ejemplares de *Tursiops truncatus* varados, 72 fueron machos (62.6 %), 19 fueron hembras (16.52 %) y a 24 organismos no se les pudo determinar el sexo (20.88 %); ocho organismos fueron crías varadas (7 %), de las cuales tres fueron crías recién nacidas. Se registraron con mayor frecuencia organismos de tamaño de entre 191-200 cm y 231-240 (n=11, para cada intervalo). En este estudio se registraron toninas correspondientes a las formas costera y oceánica.

Palabras clave: varamientos, *Tursiops truncatus*, laguna de Términos.

Abstract

A total of 115 Commerson dead from 2002 to 2013 strandings have been recorded in the area of Términos Lagoon. The highest number of strandings occurred in 2006 ($n = 19$), while the lowest number was recorded in 2007 and 2011 ($n = 3$); the increased frequency was in May ($n = 23$ records) and in December there were only two stranded animals. The highest number of strandings occurred in the dry season ($n = 53$, 46%), followed by the rainy season ($n = 42$, 37%) and the "nortes" ($n = 20$, 17%). Of the total of 115 copies of *Tursiops truncatus* stranded, 72 were male (62.6%), 19 were female (16.52%) and 24 bodies could not be determined their sex (20.88%); eight bodies were stranded pups (7%), of which three were newborn calves. They were recorded more often organizations of size between 191-200 cm and 231-240 ($n = 11$, for each interval). Corresponding to the coastal and oceanic forms bottlenose dolphins were recorded in this study.

Key Word: strandings, *Tursiops truncatus*, Terminos Lagoon.

Fecha recepción: Febrero 2014

Fecha aceptación: Marzo 2014

Introducción

Los varamientos de los mamíferos acuáticos son una fuente importante de información en cuanto a la riqueza específica, distribución, abundancia relativa, morfometría, material biológico, sistemática, histología, genética, patología, historia natural, parasitología, toxicología, bioquímica e impacto por actividades humanas en los mamíferos acuáticos. Estos eventos pueden ser indicadores del estado de las poblaciones y los ecosistemas de los que forman parte (Heyning, 1991; Hofman, 1991).

La región de Laguna de Términos es un área privilegiada dentro de la distribución de toninas, *Tursiops truncatus*, en el Golfo de México ya que presenta zonas de alimentación y reproducción que favorecen el establecimiento de una población grande de estos cetáceos. En

el área se han registrado con frecuencia varamientos de ejemplares de *T. truncatus* y otros mamíferos acuáticos muertos sin que se hayan precisado todas las causas de tales eventos ni se conozca el impacto en la población de toninas. Algunos de dichos mamíferos presentan huellas con interacción humana, además de se ha podido detectar la presencia de contaminantes en el tejido adiposo de las toninas.

Por tanto, el estudio de los varamientos de las toninas y otros mamíferos acuáticos es de suma importancia. Puesto que los toninas son predadores tope, son indicadores útiles sobre las tendencias generales en el deterioro del ambiente marino (Wells et al., 2004). Su abundancia se correlaciona directamente con la abundancia de alimento, y los cambios en su distribución pueden predecir la salud del ecosistema y los cambios cíclicos naturales en el hábitat marino (Ward y Moscrop, 1999).

El estudio de animales varados tiene un importante potencial científico, ya que a través de ellos es posible conocer aspectos biológicos de numerosas especies que son difíciles de estudiar en estado silvestre. Por lo tanto, en este trabajo se analizan las variaciones anuales de los varamientos, variación espacio-temporal de los varamientos, parámetros de historia de vida como proporción de los sexos y clases de edad, y la medida en la que el hombre es causa de los varamientos (interacciones humanas).

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Distribución. La tonina se distribuye en todos los océanos del mundo, tanto en aguas tropicales como templadas. A pesar de que *T. truncatus* se considera como una especie residente en el país habitando lagunas costeras, desembocadura de ríos, zona litoral, nerítica y oceánica del Golfo de México, se han realizado muy pocos estudios sobre las toninas en esta zona (Heckel, 1992; Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1993; Delgado, 2002).

La mayor información ha sido generada a través del trabajo realizado por Delgado (1991; 2002) a lo largo de diez años con poblaciones de *T. truncatus* del Sur del Golfo de México, en

específico de las costas de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En este trabajo se determinaron diferentes parámetros poblacionales de las toninas, como la abundancia, distribución, patrones de residencia, temporadas reproductivas, composición de grupos, entre otros.

La zona con mayor abundancia relativa en la parte sur del Golfo de México fue la laguna de Términos en Campeche, ya que ofrece las condiciones más propicias para que se establezca una población de toninas que puede fluctuar entre 300 y 800 individuos. En orden decreciente de abundancia están los estados de Tabasco, la parte norte de Quintana Roo y, por último, la costa oeste de Yucatán. La laguna de Términos es un refugio natural que ofrece ventajas para todos los individuos pero especialmente para las hembras que tienden a utilizar estas zonas para parir y cuidar a sus crías, les brinda protección contra depredadores y cuenta con abundancia permanente de alimento. La temporada de nacimientos es durante la temporada de secas, con los picos máximos durante el mes de mayo (Delgado, 2002)

Varamientos. Un varamiento es aquel evento en el que un mamífero acuático llega a alguna playa en mal estado, débil o simplemente está perdido. Los varamientos pueden clasificarse según el número de organismos involucrados: i) individuales que involucran un solo individuo y ii) masivos involucra a dos o más individuos de la misma especie (excluyendo parejas madre-cría), varados en un mismo sitio y simultáneamente.

Por otra parte, el término muerte masiva se refiere a la mortalidad en gran escala; este término no describe la causa de la muerte, el número de especies involucradas, tampoco si los animales se vararon vivos o muertos, sino que simplemente murieron. La muerte masiva puede ser el resultado de la rápida propagación de un virus, como la influenza o el moquillo en focas, una infección parasitaria o un gran consumo de algas tóxicas.

El potencial científico de los animales varados es tal, que actualmente se cuenta con una gran cantidad de información sobre eventos de varamientos que han sido asistidos en los que se

obtienen cráneos y esqueletos, fotografías, mediciones, contenidos estomacales, órganos reproductores, dientes para la determinación de edad, muestras para análisis toxicológicos y estudios genéticos, parásitos y diversas muestras de tejidos de animales enfermos.

Los varamientos de mamíferos marinos pueden ser provocados por diversas causas, ya sean naturales o antropogénicas; las primeras se deben a cambios en el ambiente o climatológicos, enfermedades, o factores ecológicos de las poblaciones. Las otras son causadas por interacción humana directa o indirecta, como contaminación, tráfico marítimo o pesca (Walsh et al., 1990; Geraci y Lounsbury, 1993; Morales y Olivera, 1993; Delgado et al., 1994).

Aunque existen muchas teorías, los factores involucrados en un varamiento están todavía por determinarse. Las hipótesis más aceptadas como posibles causas de varamiento son:

Debido a causas naturales:

- Accidentes topográficos y oceanográficos, así como disturbios geomagnéticos pueden provocar el mal funcionamiento de su sistema de ecolocación.
- Playas con poca pendiente.
- Condiciones meteorológicas adversas, ya que pueden causar que los animales queden atrapados en refugios o se ahoguen por causa del oleaje y las fuertes corrientes.
- Persecución por depredadores.
- Persecución de presas hasta zonas muy someras.
- Crías huérfanas, débiles o mal alimentadas.
- Toxinas naturales.
- Enfermedad, lesiones, agotamiento y envejecimiento.
- Cohesión social, debido al fuerte lazo entre los individuos de una manada, cuando el líder de este se vara los demás miembros también.

Debido a interacción humana:

- Contaminación química (desechos tóxicos, derrames, descarga de aguas residuales, entre otros.).
- Basura (ingestión de plásticos u otros desechos sólidos).
- Accidentes con artes de pesca.
- Golpes con embarcaciones.
- Contaminación acústica: sonares, perforaciones, explosiones, exploraciones sísmicas y estudios oceanográficos acústicos.
- Depredación humana y agresión directa (caza, arponeo).

El estado de conservación del organismo no se puede determinar únicamente por el aspecto exterior ni con base en el tiempo que tiene de muerto el ejemplar. En el caso de animales grandes, la tasa de descomposición está relacionada principalmente con la temperatura corporal ya que retienen mayor calor debido a la cantidad de tejido adiposo que presentan y en animales delgados la descomposición está influenciada por la temperatura ambiental

Un organismo que lleva varios días de muerto se “infla” o “hincha” debido a los gases producto de la descomposición de los tejidos interiores; una señal de esta condición lo serían la lengua y el pene expuestos. En animales de muerte reciente, el tejido adiposo está firme, es de color blanco y ligeramente grasoso; los músculos se sienten consistentes al tacto y son de color rojo intenso. A medida que el proceso de descomposición avanza, ambos tejidos se hacen suaves y gelatinosos, además de que el tejido adiposo se torna aceitoso.

La tasa de descomposición también puede incrementarse debido a la condición terminal del animal, por ejemplo, una infección generalizada con aumento de la temperatura corporal (fiebre) o heridas que permiten una rápida invasión bacteriana; ii) la temperatura; iii) la cantidad y disposición del tejido conectivo y iv) por el contenido de enzimas proteolíticas. Propio de los mamíferos acuáticos, la hemoglobina y mioglobina aceleran la descomposición al entrar en contacto con los tejidos. La piel, el tejido adiposo y los músculos pueden permanecer intactos e incluso presentar lesiones severas por siete o nueve días después de la muerte; el

corazón y los pulmones se pueden conservar quizás durante dos o tres días; las glándulas suprarrenales, hígado, bazo, cerebro y riñón se descomponen con bastante rapidez.

Estado de conservación. A continuación se presenta un sistema de clasificación por códigos del 1 al 5, basado en Geraci and Lounsbury (1993); el intervalo de tiempo en el que puede pasar un animal de un código a otro depende de factores tales como temperatura, exposición solar, presencia de carroñeros, entre otros.

Código 1.- Animales vivos.

Código 2.- Muerte reciente (Animales frescos). La apariencia del animal es la normal, olor fresco (o mínimo), piel seca y laceraciones mínimas en ella, ojos transparentes, lengua y pene retraídos, grasa subcutánea firme y de color blanco, músculos firmes, células sanguíneas oscuras, bien definidas e intactas, vísceras consistentes y bien diferenciadas, contenido gaseoso en intestino mínimo o ausente (0-24 horas).

Código 3.- Descomposición moderada. Cuerpo intacto, acumulación de gases en la cavidad abdominal (animales inflados), lengua y pene protraídos, piel seca y resquebrajada, olor fétido, daños evidentes o profundos provocados por organismos carroñeros, mucosas y membranas secas, ojos hundidos, grasa subcutánea con inclusiones de sangre y exudado oleoso, músculos suaves y sin tono, sangre hemolizada (espesa), vísceras suaves pero aún intactas, intestino dilatado por gases (24-72 horas).

Código 4.- Descomposición avanzada. El cuerpo puede estar intacto, pero colapsado, la piel se desprende fácilmente, la epidermis puede estar completamente ausente, usualmente se presentan daños severos ocasionados por organismos carroñeros, olor fuerte y penetrante, grasa subcutánea suave con bolsas de gas o llenas de aceite, músculos mal definidos y fácilmente desprendibles de los huesos, sangre delgada y negra, vísceras distinguibles pero maceradas, intestino lleno de gases (72 horas o más).

Código 5.- Momificado o restos óseos. Normalmente se encuentran trozos de piel en restos esqueléticos y cualquier tejido restante estará seco (deshidratado).

Una vez determinada la condición del organismo se procede a la colecta de material biológico, según sea el caso (Tabla 1).

Tabla 1. Relación entre la condición del organismo y el material biológico a colectar					
	Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Código 5
Fotografías	✓	✓	✓	✓	✓
Morfometría	✓	✓	✓		
Histopatología		✓			
Toxicología	✓	✓			
Historia de vida	✓	✓	✓		
Microbiología	✓	✓			
Parasitología	✓	✓			
Craneometría		✓	✓	✓	✓

Debido a la importancia de estos eventos, en 2006 se creó el Grupo de Atención a Varamientos de Carmen, integrado por personal de la UNACAR, de la EIO Carmen y del APFFLT, con el apoyo de la dirección de Protección Civil del Municipio de Carmen (PC Carmen).

ÁREA DE ESTUDIO

Los permisos de colecta científica han autorizado la atención de los varamientos y colecta de material biológico en las localidades costeras ubicadas a lo largo del litoral y a lo largo de las aguas interiores (ríos, arroyos y lagunas) de los Estados de Campeche y Tabasco. Sin embargo, el mayor esfuerzo se llevó a cabo en la región de Laguna de Términos, Campeche y zonas adyacentes.

La Laguna de Términos se sitúa en el Golfo de México, al oeste de la Península de Yucatán y frente a la Sonda de Campeche, entre los 18°20' y 19°00' latitud Norte y los 91°10' y 92°00' longitud Oeste; hacia el norte la delimita con la Isla del Carmen, de 37.5 km de largo y tres km de ancho, en cuyos extremos hay dos bocas que comunican permanentemente con el Golfo de México: la de Puerto Real y la del Carmen (Fig. 1).



Figura 1. Área de estudio.

Hacia su extremo este se localiza el sistema estuarino lagunar Términos-Sabancuy, que se extiende desde los $18^{\circ}32'$ y $19^{\circ}02'$ N y los $91^{\circ}06'$ y $91^{\circ}54'$ W, con profundidad promedio de cuatro metros; en esta zona se localizan los poblados de Isla Aguada y Sabancuy. El sistema Pom-Atasta se localiza en la porción occidental de la Laguna de Términos, entre $18^{\circ}30'$ y $18^{\circ}35'$ N y $91^{\circ}50'$ y $92^{\circ}20'$ W, tiene una profundidad promedio de 2.7 m y está formado por lagunas interiores de dimensiones variables; la Península de Atasta se integra por siete comunidades: Atasta, San Antonio Cárdenas, Nuevo Progreso, Emiliano Zapata, Puerto Rico, Nuevo Campechito y Rivera de San Francisco.

Durante el año se presentan tres temporadas climáticas: secas, lluvias y nortes. La primera imperante durante los meses de febrero a mayo, la época de lluvias entre los meses de junio a septiembre. La época llamada de nortes, se presenta de octubre a enero y se caracteriza por la gran influencia de vientos polares acompañados por bajas presiones atmosféricas, bajas temperaturas y lluvias. La temporada de ciclones tropicales inicia en el mes de mayo y concluye en noviembre.

MÉTODOS

Se analizaron los datos de los varamientos ocurridos desde 2002 hasta la fecha, registrados y atendidos por personal de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), los Informes Técnicos de los varamientos elaborados por la Estación de Investigación Oceanográfica Carmen de la 3ª Región Naval Militar de la Secretaría de Marina (EIO Carmen) y por la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT).

Además de atender los varamientos reportados, se realizaron recorridos por la playa para localizar ejemplares varados o restos biológicos. Los recorridos se realizaron a pie a lo largo de la porción norte y este de la costa de Isla de Carmen, revisando aproximadamente 38 km; para el sistema Pom-Atasta se revisaron alrededor de ocho kilómetros de la porción este y en Isla Aguada se recorrieron cerca de cinco kilómetros de la parte oeste. Los recorridos a pie se hicieron en 2011, 2012 y 2013.

Para coleccionar la información en el campo se utilizó un formato de registro en la que se incluyen datos básicos de cada ejemplar como la hora, fecha, localidad, especie, sexo y dependiendo del estado de descomposición del organismo se realizó la morfometría y se colectó material biológico. Cuando las condiciones del animal lo permitieron, se tomaron hasta 20 mediciones corporales estandarizadas (Perrin, 1975; Geraci y Lounsbury, 1993), Figura 2.

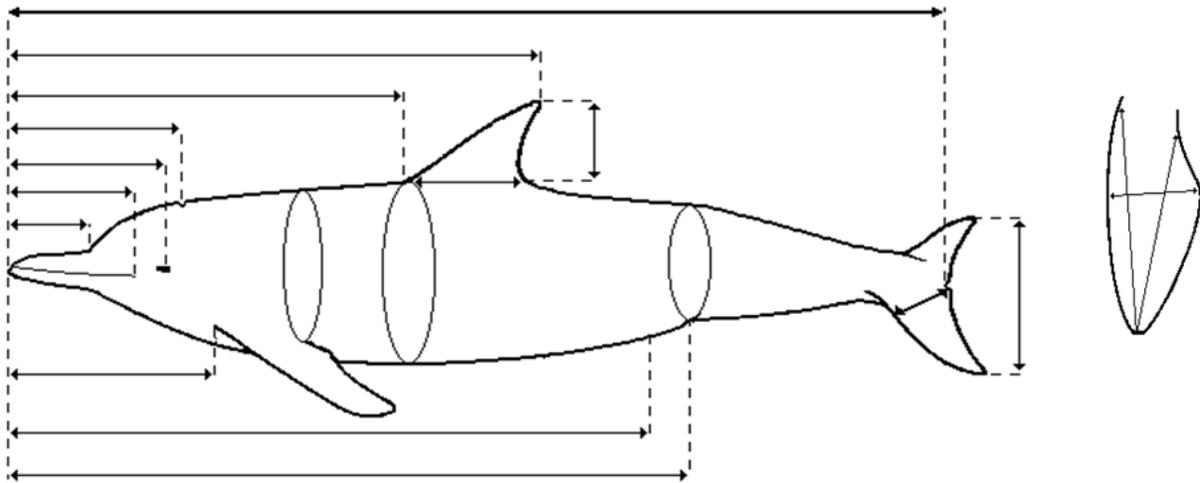


Figura 2. Medidas corporales de *Tursiops truncatus* (Modificado de Leatherwood et al., 1988)

La atención de los varamientos de los mamíferos acuáticos se realizó siguiendo los protocolos que se aplican de forma rutinaria en este tipo de estudios (Geraci y Lounsbury, 1993). Se realizó una evaluación externa de cada ejemplar para asignar código de conservación, determinar el tipo de muestra biológica a coleccionar; y establecer si hubo una causa antropogénica de varamiento (marcas de redes, heridas, lesiones, entre otros). En general, solamente se realizó evaluación externa de las toninas varadas y no la necropsia. El material colectado fue enviado a su análisis o depositado en la Colección de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias Naturales (DACNAT) de la Universidad Autónoma del Carmen, con registro No. CAMP-MAM-173-04-05.

La variación de los varamientos por año, meses, temporada, sexo fueron analizadas utilizando la prueba de bondad de ajuste de chi cuadrada (χ^2) y la prueba de análisis de varianza.

RESULTADOS

La mayoría de los varamientos fueron reportados a la dirección de PC Carmen, que a su vez notificó a la EIO Carmen o a la APFFLT; la UNACAR estuvo encargada de la morfometría y la

colecta de muestras biológicas. Todos los varamientos registrados han correspondido a ejemplares muertos y ninguno se encontró vivo o moribundo.

Variación por año. En el área de estudio se registraron un total de 115 varamientos de toninas durante el periodo 2002-2013 ($\bar{x} = 9.583$); el mayor número de varamientos ocurrió en 2006 (n= 19) mientras que el menor número se registró en 2007 y 2011 (n= 3), Figura 3. La prueba de χ^2 demostró que existen diferencias significativas entre los años ($p > 0.001$).

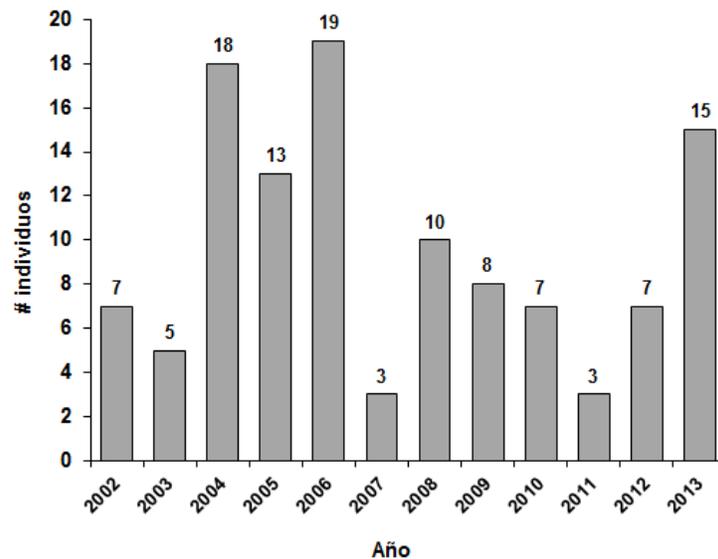


Figura 3. Varamientos de *Tursiops truncatus* por año, durante el periodo 2002-2013

Variación por mes. De 2002 a 2013, se presentó una mayor incidencia de varamientos en el mes de mayo (n= 23 registros) mientras que en el mes de diciembre se registraron solamente dos animales varados (Figura 4). El ANOVA demostró que estadísticamente no hay diferencias significativas anuales en el número total de animales varados por mes.

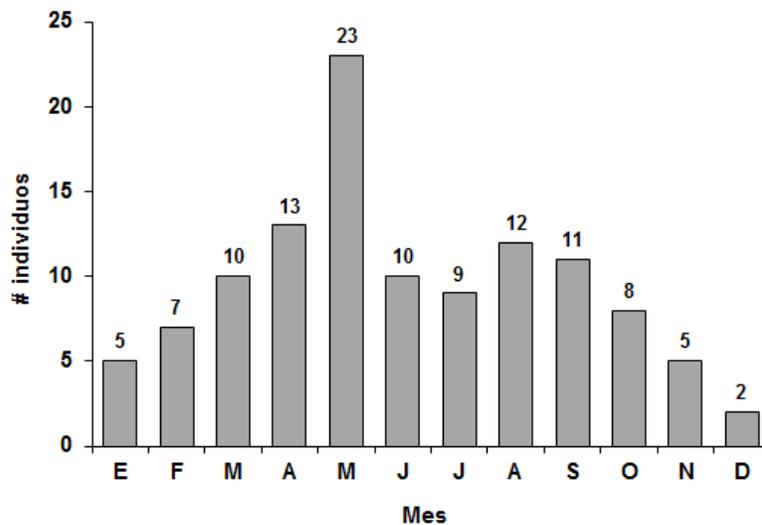


Figura 4. Número de *Tursiops truncatus* varados por mes durante el período 2002-2013.

Variación por temporadas. Considerando las temporadas se observa que el mayor número de varamientos ocurrió durante la temporada de secas ($n=53$, 46 %), seguido de la temporada de lluvias ($n=42$, 37 %) y la de nortes ($n=20$, 17 %). La prueba de χ^2 señaló que estadísticamente existen diferencias significativas en el número total de animales varados por temporada ($p>0.001$). El análisis ANOVA indicó que el número medio de ejemplares varados difiere significativamente siendo mayor durante la temporada de secas.

Variación por zonas. Con respecto a las zonas, 88 toninas varadas fueron registrados en la Isla del Carmen, mientras que 21 organismos se registraron en el área de Pom-Atasta y solamente seis varamientos han ocurrido en el sistema lagunar Términos-Sabancuy.

Distribución de sexos. Del total de 115 ejemplares de *Tursiops truncatus* varados en la zona, se pudo determinar que 72 fueron machos (62.6 %), 19 fueron hembras (16.52 %) y a 24 organismos no se le pudo determinar el sexo (20.88 %) debido al grado de descomposición en el que se encontraban (Figura 5). La prueba de χ^2 señala que estadísticamente existen diferencias significativas en el género de los animales varados.

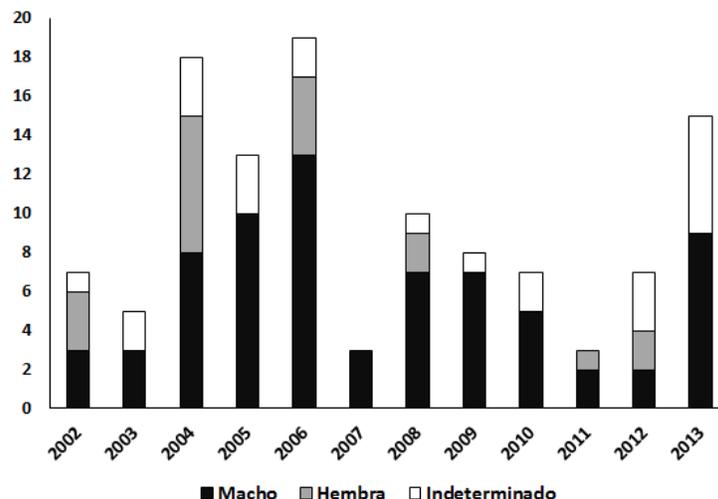


Figura 5. Relación de varamiento por sexo de *Tursiops truncatus* durante el periodo 2002-2013.

Crías varadas. Se registraron ocho crías varadas (7 %), de las cuales tres fueron crías recién nacidas identificadas por la presencia de pliegues fetales y restos del cordón umbilical. Aunque no se puede afirmar que haya meses de incidencia en los varamientos de las crías, en los meses de mayo y agosto se varó el mayor número de crías ($n=2$ para cada mes); tampoco para el caso de las crías recién nacidas se observó una tendencia temporal, ya que las tres crías se vararon en diferentes temporadas del año.

Tamaño. Debido a la condición de los organismos varados, solamente se pudo medir la longitud total de 95 *Tursiops*, cuyo tamaño varió de 102 a 283 cm. Agrupando a los organismos varados en intervalos de talla, se registraron con mayor frecuencia tamaño de entre 191-200 cm y 231-240 ($n=11$, en cada intervalo), seguido de organismos cuya talla fluctuó de 211 a 220 cm, de 221 a 230, de 251 a 260 y de 261 a 270 cm ($n=9$ para cada intervalo).

Historia de vida. De acuerdo con las características físicas de seis ejemplares varados (tamaño, coloración), se confirmaría la presencia de la forma o ecotipo nerítico u oceánico. En un *Tursiops* varado el día 6 de julio de 2004, se pudo observar que presentaba una herida

redonda en forma de cráter, lográndose identificar esta cicatriz como mordida de un tiburón sacabocado.

Interacción humana. Solamente se pudo establecer en 14 varamientos una relación directa con el hombre, puesto que los animales presentaron mutilación de la aleta caudal; de estos 14 *Tursiops* varados, nueve eran machos, tres hembras y dos indeterminados. En cuanto a la variación por años, los registros de organismos hallados en esta condición fueron principalmente en 2006 (n= 4), 2004 y 2009 (n=3); considerando los meses de los años de muestreo, se observó que durante mayo, junio y julio se presentó el mayor número de registros de toninas sin aleta caudal (n= 3).

Adicionalmente, ocho ejemplares presentaron marcas de enmallamiento en red; de estos seis eran machos y dos hembras. En cuanto a la variación por años, se hallaron más *Tursiops* con marcas de red en 2012 (n= 3) y 2009 (n=2); con respecto a los meses de los años de muestreo, se observó que durante marzo y abril se registró el mayor número de toninas con marca de red (n= 3).

Discusión

A pesar de que *T. truncatus* es una especie que se encuentra ampliamente distribuida, de que es abundante a lo largo del Golfo de México y del litoral mexicano, de que suceden sus varamientos y de que existen grupos de atención a varamientos de mamíferos acuáticos en el Golfo de México, existen muy pocos trabajos publicados con información básica sobre los varamientos de esta especie, además de que la mayoría de la información proviene de sitios muy puntuales. No fue sino hasta agosto de 2012, que la Red Nacional de Varamientos divulgó los varamientos de mamíferos acuáticos a nivel nacional; sin embargo, la información es propia de cada autor y no se puede hacer un análisis como el que se presenta en este trabajo.

Por todo ello, los resultados de este trabajo ofrecen la oportunidad de ser un referente para la especie con relación a los varamientos; desafortunadamente, no hay trabajos sobre el área con los cuales se puedan comparar los resultados aquí obtenidos.

Los varamientos de mamíferos marinos representan acontecimientos de especial interés, tanto para la población en general como para la comunidad científica; inclusive pueden ser consideradas un riesgo para la salud pública. De ahí el interés de registrar, difundir y tratar de establecer las posibles causas de los varamientos ocurridos en el área de Laguna de Términos y así evitar conjeturas y mala interpretación de tales eventos.

Los patrones de los varamientos pueden ser un reflejo de la abundancia y densidad de la especie en el área (Morales y Olivera 1993; McFee y Hopkins-Murphy, 2002). Se tendría que considerar que Laguna de Términos es una zona que alberga una gran población residente permanente y temporal, por lo que es natural que los organismos mueran por causas naturales o por interacción humana.

No existe ningún trabajo que permita comparar los varamientos ocurridos cada año; sin embargo, se observó que en 2006 se registró el mayor número de varamientos (n=19) seguido de 2004 (n=18), 2013 (n=15) y 2005 (n=13). Los resultados de este trabajo demuestran que fenómenos meteorológicos tales como huracanes o tormentas tropicales no estuvieron asociados a los varamientos de las toninas, ya que ni en 2004 ni en 2006 se registraron estos fenómenos en las costas de Campeche de manera que haya impactado en la población de toninas en el área. A pesar de que el Huracán Stan atravesó la Península de Yucatán y se redujo a una depresión tropical, emergiendo y retomando fuerza en la bahía de Campeche el 4 de octubre, al parecer no fue causa de los varamientos registrados en esas fechas puesto que estos ocurrieron el 10 y 26 de octubre, con varios días de diferencia. Lo mismo ocurrió con la Tormenta tropical Barry, la cual emergió y retomó fuerza al oeste de Ciudad del Carmen el 19 de junio de 2013, mientras que los varamientos fueron registrados el 6 y 29 de junio de 2013.

El trabajo realizado por McFee y Hopkins-Murphy (2002) señala que en Carolina del Sur, Estados Unidos, 49 % de los varamientos registrados de 1992 a 1996 ocurrieron entre abril y julio. En el mes de julio se registró el mayor número de estos eventos (n=22), mientras que en enero y octubre se registró el menor número de varamientos (n=2 y n=3, respectivamente). Sin embargo, McFee y colaboradores (2006), encontraron que en la misma área tras un periodo de siete años de estudio (1997 – 2003), el mayor número de varamientos de *Tursiops* ocurrió en noviembre (n=44, 14.6 %) y el menor en febrero y septiembre (n=13, 4.3 %).

Para el área de Laguna de Términos, tras 12 años de esfuerzo, se encontró que el mayor número de varamientos de *T. truncatus* ocurrió en marzo (n=23, 20 %) y abril (n=13, 11 %), mientras que en diciembre se registró el menor número (n=2, 2 %). Se esperaría que a mayor densidad existiera una mayor probabilidad de que ocurra un varamiento; sin embargo, Delgado (2002) señala que en Laguna de Términos la mayor densidad se registró durante la temporada de lluvias mientras que la menor durante la época de secas. Por lo tanto, no se pudo establecer relación alguna entre el número de varamientos y la densidad registrada en el área.

Algunos estudios señalan que la tasa de mortalidad es mayor en los machos y durante el primer año de las crías (Fernandez y Hohn, 1998; Mann et al., 2000; Stolen y Barlow, 2003; Krzyszczyk, 2013). En este estudio, se registró un mayor número de machos varados en el área de Laguna de Términos, siendo la proporción 1.00:0.26 machos (n=72) por hembras (n=19). Sin embargo, esto no debe interpretarse como que en Laguna de Términos murieron más machos de la población.

Altas tasas de mortalidad de machos han sido demostradas en otras poblaciones de *Tursiops* (Scott et al. 1990, Fernandez y Hohn 1998). Hay probablemente varios factores que contribuyen a esta afirmación. La estructura social puede estar involucrada. Se ha demostrado que tanto los machos como las hembras jóvenes forman grupos después de la separación de sus madres, pero las hembras vuelven a reunirse en grupos más grandes, posiblemente más protectores, mientras que los machos a menudo viajan en pares (Wells et al. 1987). Las diferencias en los

patrones de movimiento también pueden aumentar la susceptibilidad de los machos a ser depredados; si los machos viajan solos o en aguas abiertas, pueden ser más vulnerables a tiburones depredadores (Stolen y Barlow, 2003), así como la competencia entre los machos por acceder a las hembras podría resultar en mortalidad directa e indirecta (Möller et al., 2001; Parsons et al., 2003; Aloise et al., 2013). Todos estos factores pueden estar implicados, incluyendo los fisiológicos y metabólicos, en la mayor tasa de mortalidad de los machos.

A pesar de que podría tomarse como evidencia de depredación, se registraron cuatro organismos con mordidas de tiburón; fue posible identificar que la lesión correspondía a un ataque de tiburón debido a que la marca circular característica de su mordida. Delgado (2002) también documentó el ataque de tiburón a un ejemplar de *Tursiops*. Lo que no se pudo determinar en ambos estudios es si el ataque causó la muerte de los ejemplares o si el ataque fue posterior a la muerte de la tonina.

De acuerdo con Delgado (2002), durante la temporada de secas se registró el mayor número de crías en Laguna de Términos. Fue precisamente durante la temporada de secas cuando se registró el mayor número de varamientos de crías ($n=5$), mientras que en época de lluvias se registraron dos varamientos y en la de nortes no se registró ninguno. Por vía natural, la situación más común en este tipo de animales es que se concentre mayor mortalidad en las primeras etapas de la vida (Pérez 2006). Durante su primer año, las crías de *Tursiops* presentan una tasa de supervivencia significativamente menor a las crías mayores; sin embargo, la tasa de supervivencia de crías mayores y juveniles, a pesar de ser relativamente mayores, son menores que las tasas de supervivencia de los adultos (Mann et al., 2000; Krzyszczyk, 2013)

Por lo tanto, en este estudio la temporada de secas con mayor número de crías varadas en Laguna de Términos coincide con la temporada de mayor registro de crías establecida por Delgado (2002).

De acuerdo con Delgado (2002), las hembras toninas sexualmente maduras que provienen del sur del Golfo de México miden como mínimo 240 cm, por lo que en este estudio del total de

hembras varadas con longitud total registrada (n=17), el 24 % (n=4) fueron hembras sexualmente maduras. McFee y Hopkins-Murphy (2002) encontraron 50 % de hembras sexualmente maduras mientras que McFee y colaboradores (2006) registraron 47.3 % de hembras maduras (ambos trabajos con hembras de un tamaño mayor de 220 cm).

Se reconocen dos formas o ecotipos de *Tursiops*: una forma costera o nerítica (coastal o nearshore) y otra oceánica o de alta mar (offshore), que difieren en morfología, genética, hematología, parasitología y hábitos alimenticios (Duffield et al., 1983; Mead y Potter, 1990). De manera general, se describe la forma costera como delfín de talla pequeña y que tiende a habitar aguas cálidas poco profundas, mientras que la forma oceánica es más grande y se encuentra en aguas frías y profundas (Hersh y Duffield, 1990). Sin embargo, estas diferencias no son consistentes en todas las poblaciones, en algunas regiones las toninas costeras son más pequeñas que las pelágicas pero en otras regiones sucede lo opuesto (Delgado, 2002).

En este trabajo se registraron seis individuos varados por cuya morfología se considera pertenecen a la forma oceánica, mientras que el resto de los ejemplares varados corresponden a la forma costera. Se registraron con mayor frecuencia toninas de tamaño de entre 191 a 200 cm y 231 a 240 (n=11, en cada rango) que correspondieron a la forma costera; en cambio, las formas oceánicas tuvieron una talla mayor a 270 cm; además, en uno de ellos se observó una característica mordida circular del tiburón sacabocado *Isistius brasiliensis* (Dalatiidae), ampliamente distribuido en los mares tropicales, de hábitos epipelágicos a batipelágicos (Compagno, 1984).

Es importante señalar que a pesar de que la zona de estudio se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna, se realizan actividades de extracción pesquera que conlleva la presencia de lanchas y la práctica de pesca prohibida y dañina para las toninas y otras especies acuáticas. Se desarrollan dichas actividades de manera clandestina, lo que origina que los posibles accidentes con los delfines no se reporten o no se dé parte a las autoridades competentes.

Asimismo, es necesaria la reglamentación de la observación de toninas ya que dicha actividad se está desarrollando en la comunidad de Isla Aguada sin que existan lineamientos y/o especificaciones que la reglamenten, esto es, no se tiene ninguna consideración de los límites de cambio en la población de toninas, pues deben evitarse las zonas de reproducción y alimentación, así como los grupos con crías. Esta actividad puede realizarse siempre y cuando esté regulada por las autoridades correspondientes, y los prestadores de este servicio estén capacitados en la observación de delfines. También se debe establecer el número de embarcaciones que desarrollen la actividad con su duración y frecuencia.

Conclusiones

En el área de estudio se han registrado un total de 115 varamientos de toninas muertas de 2002 a 2013.

El mayor número de varamientos ocurrió en 2006 (n= 19) mientras que el menor número se registró en 2007 y 2011 (n= 3).

Se presentó una mayor incidencia de varamientos en el mes de mayo (n= 23 registros), mientras que en diciembre se registraron solamente dos animales varados.

El mayor número de varamientos ocurrió durante la temporada de secas (n=53, 46 %), seguido de la temporada de lluvias (n=42, 37 %) y la de nortes (n=20, 17 %).

En la zona Isla del Carmen se registraron 88 toninas varadas, 21 organismos se registraron en el área de Pom-Atasta y solamente seis varamientos ocurrieron en el sistema lagunar Términos-Sabancuy.

Del total de 115 ejemplares de *Tursiops truncatus* varados en la zona, se pudo determinar que 72 fueron machos (62.6 %), 19 fueron hembras (16.52 %) y a 24 organismos no se les pudo determinar el sexo (20.88 %)

Se registraron ocho crías varadas (7 %), de las cuales tres fueron crías recién nacidas.

Se registraron con mayor frecuencia organismos tamaño de entre 191-200 cm y 231-240 (n=11, para cada intervalo).

Se confirmó la presencia en el área de las dos formas o ecotipos: costera y oceánica.

Agradecimientos

El presente trabajo es el resultado del gran esfuerzo de campo por parte de los estudiantes voluntarios del Grupo de Atención a Varamientos de la UNACAR. Agradecemos al personal de la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y de la Estación de Investigación Oceanográfica Carmen de la 3ª Región Naval Militar de la Secretaría de Marina por la información proporcionada y, sobre todo, por el esfuerzo y trabajo colaborativo en la atención a los varamientos de toninas. Se agradece a la dirección de Protección Civil del Municipio de Carmen por los reportes de los varamientos. Agradecemos a DGVS y SEMARNAT por haber otorgado al M. en. C. Gerardo Rivas Hernández los permisos de colecta científica OFICIO NÚM. SGPA/DGVS/14339, SGPA/DGVS/01032/06, SGPA/DGVS/01682/07, SGPA/DGVS/03542/08, SGPA/DGVS/09924/10, SGPA/DGVS/08287/12.

Bibliografía

- Aloise King, E. D.; Banks, P. B., and Brooks, R. C. (2013). Sexual conflict in mammals: consequences for mating systems and life history. *Mammal Review*, 43: 47–58. doi: 10.1111/j.1365-2907.2011.00200.x
- Delgado-Estrella, A., Ortega-Ortiz, J.G. & A. Sánchez-Ríos. (1994). Varamientos de mamíferos marinos durante primavera y otoño y su relación con la actividad humana en el norte del Golfo de California. *Serie Zoología*. 65(2), 287-295.
- Duffield, D. A., Ridgway, S. H., & Cornell, L. H. (1983). Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (Tursiops). *Canadian Journal of Zoology*, 61, 930-933.
- Leatherwood, S.; Reeves, R.R.; Perrin, W.F. y Evans, W.E. (1988). Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico Nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Una guía para su identificación. Comisión Interamericana del Atún Tropical: Informe Especial No. 6. La Jolla, California.

Mann, J.; R. C. Connor; L. Barrett, & M. R. Heithaus. (2000). Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): Life history, habitat, provisioning, and group-size effects. *Behavioral Ecology*, 11, 210–219.

McFee, W.E. & Hopkins-Murphy, S.R. (2002). Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) strandings in South Carolina, 1992-1996. *Fishery Bulletin*, 100(2), 258-65.

McFee, W.E., Hopkins-Murphy, S.R., & L.H. Schwacke. (2006). Trends in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) strandings in South Carolina, USA 1997-2003: implications for the Southern North Carolina and South Carolina Management Units. *Journal of Cetacean Research and Management*. 8(2), 195–201.

Parsons, K.M.; Durban, J.W. & Claridge, D.E. (2003). Male-male aggression renders bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) unconscious. *Aquatic Mammals*, 29, 360-362.

Stölen, M. K., & J. Barlow. (2003). A model life table for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Indian River lagoon system, Florida, U.S.A. *Marine Mammal Science*, 19, 630–649.

Wells, R.S.; Rhinehart, H.L.; Hansen, L.J.; Sweeney, J.C.; Townsend, F.I.; Stone, R.; Casper, D.R.; Scott, M.D.; Hohn, A.A. and T.K. Rowles. (2004) Bottlenose Dolphins as Marine Ecosystem Sentinels: Developing a Health Monitoring System. *EcoHealth*, 1, 246–254.