

Contribución al conocimiento de la alimentación de la vaquita, *Phocoena sinus*

Héctor Pérez-Cortés Moreno (1); Gregory K. Silber (2); Bernardo Villa Ramírez (3)

- 1) Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz. INP. Km 1 carretera a Pichilingue. 23000 La Paz, BCS..
- 2) Marine Mammal Commission 1825 Connecticut, Ave. NW, RM 512 Washington, D.C. 20009 USA
- 3) Instituto de Biología, UNAM. Depto. Zoología, Lab. Mastozoología Apartado, Postal 70-153. México, D.F. México

PÉREZ-CORTEZ, H.; G.K. Silber y B. Villa R. 1996. Contribución al conocimiento de la alimentación de la vaquita, *Phocoena sinus*. INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera No. 13*.

El objetivo de este trabajo fue aportar conocimiento sobre la alimentación de la vaquita, *Phocoena sinus* (Mammalia:Cetacea). Es difícil obtener ejemplares para analizar el contenido estomacal y por eso se sabe poco acerca de su alimentación. Se analizaron los estómagos de diez ejemplares colectados entre 1986 y 1993. De un total de 20 especies de presas identificadas, se encontró un 87.5% de peces (13 especies de las familias Engraulidae, Ophidiidae, Sciaenidae, Batrachoididae y Haemulidae), moluscos en 37.5% (2 especies de Loliginidae) y crustáceos en 12.5% (tres especies de Cancridae y Cymothoidae). Probablemente algunas de las especies fueron consumidas como presas secundarias. Dos de los estómagos examinados estaban vacíos.

Se concluye que la vaquita es una especie que se alimenta de manera oportunista, que consume principalmente pequeños peces demersales y calamares. Aunque varios autores han sugerido que la vaquita tiene una alimentación similar a la de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), un pez endémico amenazado, en este estudio se encontró que sus dietas son diferentes, pero por compartir el mismo hábitat durante una parte del año, las medidas de conservación aplicadas a cualquiera de las especies beneficiaría a ambas. Aunque la muestra estudiada es pequeña, los datos presentados son importantes para entender la ecología de la especie y proponer medidas para su conservación.

The goal of this study was to describe some aspects of the diet and feeding habits of the endangered porpoise, vaquita *Phocoena sinus* or Gulf of California harbor porpoise. The vaquita is very rare, and therefore, it difficult to obtain specimens for stomach content analysis, and little is known about the diet of this species. The stomach contents of 10 vaquita specimens collected between 1986 and 1993 were analyzed. A total of 20 species were found in the stomachs: fish were present in 87.5% of the sample (13 species in families Engraulidae, Ophidiidae, Sciaenidae, Batrachoididae, and Haemulidae), molluscs in 37.5% (2 species of Loliginidae), and crustacean in 12.5% (three species of Cancridae and Cymothoidae). Several species were probably consumed secondarily. Two stomachs were empty.

One conclusion is that the vaquita is an opportunistic feeder, eating primarily on small demersal fish species and squid. Several authors have suggested that vaquita has the same or similar diet as the endemic and endangered fish totoaba (*Totoaba macdonaldi*); however, the diet of the two species differ, although they share common habitat during at least part of the year. Then, conservation measures designed for either of the species will benefit both. Although the sample was small, the data are important to understanding the ecology and furthering the conservation of the vaquita.

Introducción

La vaquita o marsopa del Golfo de California, *Phocoena sinus*, es un cetáceo endémico de la parte norte del Golfo de California. Es posible que la especie haya habitado sólo esa región por mucho tiempo; sin embargo, a causa de su actual rareza y su captura incidental en algunas pesquerías, en México se la considera como amenazada de extinción y, por tanto, sujeta a protección especial.

Frecuentemente se asocia a la vaquita con la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), un pez que también es endémico de la región, cuya captura por redes de enmalle ha sido muy intensa y está sujeta a veda permanente desde 1975, y se ha

tratado de explicar el reducido tamaño de la población de la vaquita con base en la supuesta relación entre ambas especies y en la explotación a la que el pez fue sujeto primero legalmente antes de 1975 y después en menor escala de manera ilegal.

La reciente descripción de la vaquita, las pocas ocasiones en que ha sido observada por científicos en su medio natural y los escasos ejemplares que se han colectado, explican, en parte, por qué se tiene tan poca información sobre este cetáceo. La aplicación de medidas de conservación de *P. sinus* se ha sustentado en limitados elementos y por ello es importante desarrollar estudios que contribuyan a su conocimiento y a su manejo con bases científicas.

Las pequeñas muestras con que se cuenta para obtener datos sobre la biología y ecología de la vaquita no serían válidas si se tratara de una especie en condiciones poblacionales normales; sin embargo, el reducido tamaño de su población (según Gerrodette¹) no permite contar con muestras mayores y la condición de especie amenazada demanda la acción inmediata. Por eso, en este caso es válido que una población pequeña se analice con base en una muestra pequeña.

Antecedentes

La vaquita, *Phocoena sinus*, fue descrita a partir de tres cráneos encontrados por separado en las cercanías de San Felipe, B.C.: uno de ellos en 1950 y dos en 1951 (Norris & McFarland, 1958). Por mucho tiempo no existieron aportaciones al conocimiento de esta especie e, incluso, se desconocía su apariencia externa.

Fitch y Brownell (1968), en un análisis parcial del contenido estomacal de un ejemplar de vaquita encontraron otolitos de los peces roncocho (*Orthopristis reddingi*) y roncador (*Bairdiella icistia*) y algunas mandíbulas de calamares sin identificar. Silber (1990) observó un cangrejo en el estómago de una vaquita, junto con otros componentes alimenticios no identificados. Los trabajos antes citados son a la fecha los únicos que presentan análisis de la alimentación de la vaquita, y son sólo parciales.

En otro trabajo de Silber (1991) se presenta el análisis de los sonidos emitidos por la vaquita y se concluye que son similares a los de cetáceos que viven en condiciones de alta turbiedad.

Área de estudio

La región norteña del Golfo de California, también llamada Alto Golfo, comprende hasta el cinturón insular formado por las islas Ángel de la Guarda y Tiburón (Fig. 1). Es una porción de contorno semicircular, sus aguas son someras y se caracterizan por una fuerte mezcla ocasionada por las mareas, que se consideran entre las más extremas del planeta. Presenta también una elevada variación térmica anual (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975).

El Río Colorado desemboca en el extremo norte del golfo y antes de la construcción de la presa Hoover en los Estados Unidos, en 1935, su delta se comportaba como un sistema estuarino positivo; pero ésta y otras presas han disminuido considerablemente la descarga de agua dulce al delta y lo han convertido en un sistema estuarino negativo (Thomson *et al.*, 1987). Lo anterior y la evaporación han provocado que esta región, antes salobre, presente ahora condiciones de hipersalinidad, lo cual cambia drásticamente las condiciones ecológicas del Alto Golfo. Esto constituye el mayor impacto para la región (Álvarez-Borrego, 1983). El cielo sobre el Golfo de California carece de nubes durante una gran parte del año y esto asegura una iluminación intensa en los estratos superficiales del mar. Los fuertes

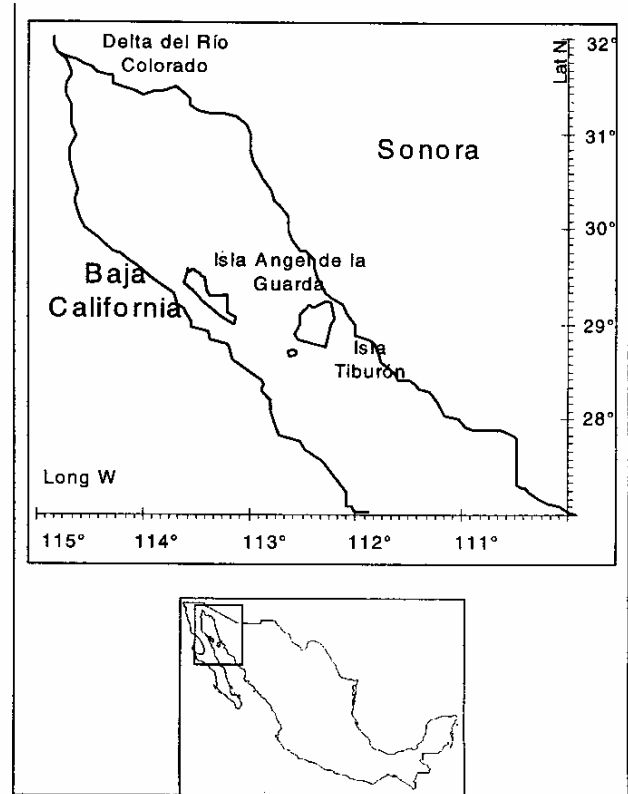


Fig. 1. La región norte del Golfo de California.

vientos y las corrientes de marea propician una intensa mezcla que aporta grandes cantidades de nutrimentos. La combinación de estos factores favorece el florecimiento de fitoplancton prácticamente en todo el Golfo de California y casi durante todo el año, con intensidad máxima en otoño y mínima en verano.

Las características originales de esta región simultáneamente favorecieron una gran abundancia y diversidad de seres vivos y constituyeron un ambiente muy selectivo que sólo podía ser habitado por seres capaces de adaptarse a tan extremos cambios.

El objetivo del presente estudio fue describir aspectos de la dieta y de los hábitos alimentarios de la vaquita, y para ello fueron examinados y descritos los contenidos estomacales de diez ejemplares de *Phocoena sinus*.

Métodos y materiales

Entre 1986 y 1993 se obtuvieron diez ejemplares de vaquita en diferentes localidades del Alto Golfo, que se midieron y sexaron en el campo. Dependiendo de las facilidades de congelación y transporte con que se contaba en cada oportunidad, los estómagos fueron extraídos en la localidad de colecta o en el laboratorio. Cuando los ejemplares se disectaron en el campo, la mayor parte del aparato digestivo se preservaba en alcohol para su posterior análisis. En el examen de restos de alimento se usaron cedazos y un microscopio estereoscópico.

¹ Estimate of population size for the vaquita, *Phocoena sinus*. Documento SC/46/SM23 presentado al Comité Científico de la IWC/CBI en su 46ª Reunión Anual, en Puerto Vallarta, Jal, México, mayo 1994 (inédito).

El grado de digestión del contenido estomacal se clasificó de acuerdo con la siguiente escala, utilizada por Yañez-Arancibia y otros (1976):

- I. Alimento recién ingerido
- II. Se ha iniciado la digestión
- III. Digestión avanzada, componentes reconocibles
- IV. Material digerido, contenido irreconocible (identificable por las partes duras)

Los componentes encontrados suficientemente completos (grados de digestión I y II) se examinaron directamente. A los peces identificados de esa manera se les extrajeron los otolitos *sagitales* para compararlos con los otolitos libres encontrados en otros estómagos. En general, los otolitos libres se clasificaron como IV en la escala de digestión; sin embargo, no siempre fue posible determinar la especie del pez, debido al mayor desgaste en algunos de los otolitos.

Los restos de otras presas, como moluscos (calamares) y crustáceos (cangrejos) se identificaron consultando en claves y en colecciones de los Institutos de Biología y Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Se comparó el material encontrado en los estómagos siguiendo las técnicas descritas por Fitch y Brownell (1968).

Terminada la descripción de la dieta en los ejemplares estudiados, se analizó el contenido estomacal considerando el volumen y la frecuencia de cada componente. La frecuencia obtenida se comparó con la registrada en la totoaba, *T. macdonaldi*, por Román-Rodríguez (1990).

Resultados

De las diez vaquitas estudiadas; cuatro murieron en redes de enmalle y fueron cedidas por pescadores, en algunos casos después de haber sido preservados en congelación. Otras cinco se hallaron varadas en playas y otra más flotando mientras se realizaba trabajo de campo. En la *tabla 1* se enlistan los especímenes de *P. sinus* utilizados en este estudio, con algunos datos de cada uno y la forma en que fue obtenido. Dos de los estómagos examinados estaban vacíos y provenían de hembras pequeñas, una de 94 cm y la otra de 72 cm de longitud.

Tabla 1. Características de las vaquitas (*Phocoena sinus*) analizadas.

Fecha de colecta	Localidad	sexo	longitud (cm)	Deposita do en:	Causa de muerte
1 Feb 1986	El Golfo de S. Clara, Son.	m	104	IB UNAM	chinchorro
2 Abr 1987	Puerto Peñasco, Son.	m	146	CEDO	? (varado)
3 Abr 1988	El Golfo de S. Clara, Son.	h	72	IB UNAM	chinchorro
4 Abr 1988	San Felipe, B.C.	m	129	IB UNAM	chinchorro
5 Abr 1988	El Golfo de S. Clara, Son.	?	...	CEDO	? (flotando)
6 Dic 1990	El Golfo de S. Clara, Son.	h	107	IB UNAM	chinchorro
7 Jun 1991	Puerto Peñasco, Son.	h	94	IB UNAM	? (varado)
8 Jun 1991	Puerto Peñasco, Son.	m	102	IB UNAM	? (varado)
9 Oct 1991	El Golfo de S. Clara, Son.	m	aprox 98	IB UNAM	? (varado)
10 Nov 1993	El Golfo de S. Clara, Son.	m	...	IB UNAM	? (varado)

IB UNAM: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

CEDO: Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos. A.P.53 Pto. Peñasco, Son83550

En total, se contaron 16 especies de presas (Tablas 2 y 3): 11 especies de peces, de las que seis se identificaron como *Anchoa helleri*, *A. ischana*, *Lepophidium prorates*, *Cynoscion reticulatus*, *Micropogonias megalops* y *Porichthys myriaster*, pertenecientes a las familias Engraulidae, Ophidiidae, Sciaenidae y Batrachoididae. Un par de otolitos se identificó hasta género (*Anchoa*) y en los restos de cuatro individuos sólo fue posible identificar las familias (Engraulidae y Ophidiidae) a causa del avanzado grado de digestión en que se encontraron esos otolitos. También se identificaron dos especies de calamares del mismo género de la familia Loliginidae; tres especies de crustáceos: el cangrejo *Cancer amphioetus* (Cancridae) y dos isópodos de la familia Cymothoidae. La composición porcentual de las presas por grupos zoológicos es de 68.75 de peces, 18.75 de crustáceos y 12.5 de moluscos.

Tabla 2. Contenido estomacal de las vaquitas (*Phocoena sinus*) estudiadas.

IndNo.	Presas	No. Ind.	Grado de digestión
1	<i>Lepophidium prorates</i>	3	I
	<i>Anchoa ischana</i>	3	
2	<i>Micropogonias megalops</i>	14	IV
	<i>Cynoscion reticulatus</i>	1	
3	V A C I O	-	-
4	<i>Lolliguncula tydeus</i>	4	IV
5	<i>Porichthys myriaster</i>	6	III
	<i>Anchoa ischana</i>	3	
	<i>Cancer amphioetus</i>	1	
	<i>Lolliguncula tydeus</i> vertebras	3	
6	<i>Lolliguncula tydeus</i>	1	III
	<i>Lolliguncula argus</i>	1	
	<i>Anchoa sp.</i>	2	
	<i>Motichya sp.</i>	1	
	<i>Motichya sp.</i>	1	
7	V A C I O	-	-
8	<i>Motichya sp.</i>	1	III
	pez no identificado (otolito)	1	
	pez no identificado (otolito)	1	
9	<i>Micropogonias megalops</i>	1	II
	<i>Anchoa helleri</i>	2	
	pez no identificado (otolitos)	3	
10	<i>Lepophidium prorates</i>	1	III*
	<i>Porichthys myriaster</i>	1	
	pez no identificado (otolito)	1	

* El material encontrado en ese ejemplar estaba deteriorado por el estado en que se recuperó la vaquita.

Todas las especies identificadas como presas de *P. sinus* se indican en la *tabla 3* y se incluyen, además, las registradas por Fitch y Brownell (1968) y por Vidal *et al.* (1995). No se incluye la sardina del Pacífico, *Sardinops sagax*, citada por Vidal *et al.* (1995), porque en ese trabajo los autores especulan sobre la identidad del contenido estomacal al que se refiere Silber (1990), en este trabajo ese material fue identificado como *Anchoa ischana* (ejemplar No. 5).

Tabla 3. Presas de *Phocoena sinus*.

Moluscos	Crustáceos	Peces
Fam. Loliginidae <i>Lolliguncula tydeus</i> <i>Lolliguncula argus</i> <i>Lolliguncula panamensis</i> ² <i>Loliolopsis diomedae</i> ²	Fam. Cancridae (Decapoda: Reptantia) <i>Cancer amphioetus</i> Fam. Cymothoidae (Isopoda: Flabellifera) <i>Motochya spp.</i> (Parásitos de branquias de peces. Se encontraron dos especies diferentes.)	Fam. Engraulidae <i>Anchoa helleri</i> <i>Anchoa ischana</i> <i>Anchoa sp.</i> especie no identificada Fam. Ophidiidae <i>Lepophidium prorates</i> especie no identificada especie no identificada Fam. Sciaenidae <i>Cynoscion reticulatus</i> <i>Micropogonias megalops</i> <i>Bairdiella icistia</i> ¹ Fam. Batrachoididae <i>Porichthys miriaster</i> Fam. Haemulidae <i>Orthopristis reddingi</i> ¹
4 especies	3 especies	12 especies

¹ Presas registradas por Fitch y Brownell (1968)

² Presas registradas por Vidal *et al.* (1995)

Para comparar las dietas de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y la vaquita (*P. sinus*) se utilizaron los resultados publicados en otros trabajos sobre la alimentación del pez. Según Berdegué (1955), la dieta de las totoabas adultas es muy diferente a la de las jóvenes, y éstas se alimentan de especies características de los esteros de la región, principalmente camarones jóvenes (*Penaeus spp.*), peces de la familia Gobiidae (*Gobionellus longicauda* y *Gillichthys mirabilis*) y pequeños cangrejos no identificados. En especímenes adultos halló peces de la familia Engraulidae (*Cetengraulis mysticetus* y *Anchoa mundeloides*), camarones adultos muy grandes (*Penaeus sp.*), restos de cangrejos no identificados, corvinas y otros sciénidos. Por su parte, Román-Rodríguez (1990) analizó el contenido estomacal de totoabas adultas (entre 1115 y 1570 mm) y además de presentar una identificación más detallada de los componentes encontrados, incluye algunos índices como el de frecuencia por presas y por grupo trófico: 86.53% de peces, 25% de crustáceos y 1.92% de moluscos.

En la *tabla 4* se presenta una comparación de los índices de frecuencia de la presas y de los niveles ecológicos identificados en estómagos de *P. sinus* y *T. macdonaldi*, mostrando los géneros y las especies de presas comunes en ambos depredadores. Para calcular la frecuencia de los componentes alimenticios de la vaquita se incluyó el ejemplar registrado por Fitch y Brownell (1968); sin embargo, no fue posible incluir en el análisis los datos presentados en el trabajo de Vidal *et al.* (1995), ya que no indica el número de presas encontradas en cada

ejemplar y tampoco indican si además de los calamares mencionados había otras presas.

Tabla 4. Similitudes entre las dietas de la vaquita y la totoaba.

VAQUITA		
Peces	Moluscos	Crustáceos
Frecuencia relativa (87.5%)	37.5%	12.5%
<i>Micropogonias megalops</i> <i>Anchoa spp.</i> <i>Cynoscion reticulatus</i>		
TOTOABA		
Peces	Moluscos	Crustáceos
Frecuencia relativa (86.53%)	1.92%	25.00%
<i>Micropogonias megalops</i> <i>Anchoa mundeloides</i> <i>Cynoscion spp.</i>		

Discusión

Al comparar las frecuencias de presas de la vaquita y la totoaba *T. macdonaldi* se encontró que, aunque el principal componente encontrado en los estómagos de ambas especies son los peces, las especies consumidas por ambos depredadores son diferentes. En cuanto a los calamares, son diferentes tanto las especies como su frecuencia. Finalmente, en cuanto a crustáceos, en los estómagos de vaquita analizados se registró un cangrejo y dos especies de isópodos parásitos de peces, mientras que la dieta de la totoaba incluye principalmente camarones; también con una frecuencia muy diferente (Tablas 3 y 4).

Dos de los ejemplares estudiados (Nos. 3 y 7 de la Tabla 1), de menos de 95 cm de longitud total, tenían el estómago vacío. Probablemente ambos eran lactantes, ya que, además de su pequeña talla, cercana a longitud al nacer registrada por Hohn y colaboradores², el menor uno de ellos aún tenía en el costado las marcas de los pliegues fetales. Se desconoce la edad y la talla a la que empiezan a ingerir alimento sólido, pero es posible que antes del destete complementen su dieta con algunas presas, tal como se ha descrito en el caso de otros odontocetos, como el delfín común, *Delphinus delphis*, en el que se ha encontrado que comienza a complementar su dieta láctea con calamares y peces entre los dos y tres meses de edad (Evans, 1994). En el caso particular de la vaquita se encontraron vértebras de peces en el estómago de una cría macho que midió menos de 100 cm de longitud (Urbán, 1995, com. pers.). De acuerdo con el trabajo de Peraita (1994), esas vaquitas debieron haber tenido alrededor de tres meses de edad. Aunque no existen más datos para determinar exactamente a qué edad ni a qué talla empiezan a ingerir alimento sólido, es posible que sea cerca de la edad

² Life history of the vaquita *Phocoena sinus*. documento SC/46/SM19 presentado al Comité Científico de la IWC, Puerto Vallarta, Jal., México, mayo de 1994.

señalada. Con excepción de los ejemplares considerados como lactantes, todos los demás de la muestra analizada contenían alimento sólido en el estómago, la mayoría en las primeras etapas de digestión.

Varias de las especies de peces de la lista de presas de la vaquita son soníferos, es decir, que tienen la capacidad de producir fuertes sonidos, por lo que algunos de ellos son conocidos como roncadores. Como lo señala Silber (1991), los sonidos que la vaquita produce y utiliza para "ecolocalizar" son de frecuencias muy altas. Sin embargo, su capacidad auditiva no se restringe a las frecuencias altas, pues la vaquita puede localizar a sus presas de manera pasiva, lo que implica un menor gasto energético. Lo anterior ha sido observado en el caso de la tonina o tursián, *Tursiops truncatus* (Barros, 1993), un cetáceo considerado como una especie típicamente oportunista (Shane *et al.*, 1986; Delgado, 1991). En el caso de la vaquita, las especies que componen su alimentación y que emiten sonidos son: el roncador o corvineta (*Bairdiella icistia*), el chano o berrugato (*Micropogonias megalops*), el roncacho (*Orthopristis reddingi*) y la corvina rayada (*Cynoscion reticulatus*); es decir, que al menos cuatro de las siete especies de peces identificadas producen sonidos. Como lo señala Barros (1993) la dieta de un cetáceo que detecta a sus presas por los sonidos que producen puede cambiar estacionalmente, ya que a menudo los sonidos emitidos por los peces tienen funciones asociadas con la reproducción, la cual no ocurre durante todo el año.

Los calamares también tienen características que le permiten a la vaquita detectarlos de manera pasiva, ya que varias especies presentan fotóforos, lo que los hace más fácilmente detectables de manera visual. Esta misma característica también se presenta en algunos peces encontrados en los estómagos analizados, como el pez sapo (*Porichthys myriaster*).

Barros (1993) presenta una amplia revisión de los métodos de alimentación de los cetáceos odontocetos y señala que, además de la teoría de ecolocalización aceptada actualmente, en algunos odontocetos como los calderones (*Globicephala melas*) y las ballenas picudas (Fam. Ziphiidae) existen evidencias anatómicas y conductuales que muestran que estos cetáceos atrapan a sus presas por succión. Werth (1989) señaló que, con excepción de los delfines de río, los odontocetos se valen de la succión en alguna medida para atrapar e ingerir a sus presas. Esta habilidad es mayor cuando el cetáceo tiene el hocico achatado y no presenta mandíbulas alargadas, aunque también algunas especies con mandíbulas largas se valen casi exclusivamente de esta forma de aprehensión e ingestión de presas. Por su parte, Escatel (1995) demostró que en la vaquita existen adaptaciones morfológicas que le permiten utilizar la succión para capturar e ingerir a sus presas.

Silber (1990) sugirió que la distribución de *P. sinus* está determinada por una interacción multifactorial de componentes oceanográficos y biológicos, entre los que resaltan: profundidad moderada, proximidad a la costa, altos niveles de productividad biológica que resulta de fuertes corrientes de marea, fuerte mezcla vertical y altas concentraciones de materia orgánica

suspendida. El hábitat descrito le permite a la vaquita tener un nicho en el que tiene una alimentación oportunista basada principalmente en presas bentónicas y pelágicas.

De los resultados obtenidos se observa que en la dieta de la vaquita predominan las especies demersales características de zonas estuarinas o costeras, entre ellas especies anádromas o eurihalinas. Dada la poca extensión de la región más septentrional del Golfo de California, en donde la vaquita coexiste con *Tursiops truncatus* durante todo el año y con *Delphinus capensis* durante los meses fríos, se ha sugerido que la competencia interespecífica limite el nicho de la marsopa (Silber, 1990). Sin embargo, el delfín común no se encuentra en la región norte del Golfo de California durante el verano, según han encontrado Gallo y Alessio³, por un lado, y Pérez-Cortés⁴ y colaboradores por otro (investigaciones aún en proceso), y además el principal componente de su alimentación son peces pelágicos de cardumen (Evans, 1994) habiéndose registrado como componentes de su dieta en el Golfo de California: la sardina del Pacífico *Sardinops sagax*, la sardina machete o crinuda *Ophistonema spp.*, la sardina japonesa *Etrumeus teres*, la anchoveta *Cetengraulis mysticetus*, la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* y la pescada o merluza *Merluccius productus* (Gallo, 1991). Por otra parte, se ha observado que en el alto Golfo de California *Tursiops truncatus* se alimenta de lisas *Mugil cephalus* (Pérez-Cortés *et al.*, 1989) y de cefalópodos no identificados de mucho mayor talla a los encontrados en estómagos de la vaquita.

Un dato importante, señalado en la *tabla 1*, es el hecho de que una parte de los especímenes fueron capturados por chinchorros de luz de malla grande, superior a 7 pulgadas, lo mismo es cierto para los obtenidos por otros investigadores (Brownell *et al.*, 1987; D'Agrossa *et al.*, 1994). Aunque en ciertas épocas se ha dado la pesca ilegal de totoaba, también es cierto que esta actividad no es comparable con la realizada antes de la veda establecida en 1975 y después de la prohibición ha disminuido gradualmente hasta ser prácticamente inexistente en los años más recientes, en los que la vigilancia se hizo más estricta, las sanciones más severas y efectivamente aplicadas. El establecimiento de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (D.O.F., 10/jun/1993), cuya zona núcleo incluye el delta del Río Colorado, es una medida útil en la conservación de la especie y el ecosistema que habita.

De acuerdo con los resultados aquí presentados y la información publicada sobre la alimentación de la totoaba (Berdegué, 1955; Román-Rodríguez, 1990) los componentes de las dietas del pez y del cetáceo son diferentes, al igual que la frecuencia de los principales grupos tróficos. Solamente se encontró coincidencia en una especie de pez, el chano o berrugato *Micropogonias megalops*.

3 Ecology of the common dolphin, *Delphinus delphis* in the Gulf of California

4 Distribución y abundancia del delfín común *Delphinus capensis* en la región central y del norte del Golfo de California

En cuanto a los crustáceos y moluscos (cefalópodos), además de encontrarse en las dietas de la vaquita y de la totoaba en proporciones muy diferentes, las especies encontradas y sus características ecológicas también son diferentes.

A partir de las evidencias publicadas y de los resultados incluidos en la *tabla 4*, es posible señalar que, además de que ambas especies son oportunistas, no compiten entre sí por el alimento.

Las asociaciones entre animales de diferentes taxa (p.ej.: atún de aleta amarilla, *Thunnus albacares*, y diferentes especies de delfines, no necesariamente están determinadas por la alimentación (Norris y Schlit, 1988; Würsig, 1986).

En el caso de la relación atún-delfín existen diferencias en cuanto a las presas consumidas y las horas de alimentación (Perrin *et al.*, 1973), pero en este caso no hay duda de la asociación entre el atún de aleta amarilla y el delfín manchado (*Stenella attenuata*), el delfín tornillo (*S. longirostris*), y otros. Sin embargo, en ningún avistamiento documentado de vaquita se han observado totoabas o alguna señal de que estos peces se encontraran en la zona.

Por lo anterior, aunque varios autores (Villa, 1976, 1978; Magatagan *et al.*, 1984; Findley y Vidal, 1985; Robles *et al.*, 1987) señalan que es factible una asociación entre la vaquita y la totoaba, no existen datos que apoyen esta suposición y el hecho de que las vaquitas mueran incidentalmente en redes totoaberas, sólo se debe a que ambas especies comparten temporalmente el mismo hábitat, al igual que en diferentes temporadas son otras las especies de peces que coexisten con el cetáceo y consecuentemente se han llegado a encontrar vaquitas en chinchorros con luz de malla grande, tendidos en la zona para la captura de otras especies; lo anterior debido a la susceptibilidad de la especie a morir en estos dispositivos y no a su supuesta asociación con alguna especie en particular. Debido a que la vaquita y la totoaba habitan la misma región desde los finales del otoño hasta los principios de la primavera, ambos se pueden beneficiar de las medidas de conservación y protección que se apliquen para cualquiera de los dos.

Prácticamente todas las presas de la vaquita son especies de aguas someras, sean costeras o estuarinas.

Conclusiones

1. La vaquita no es muy selectiva en su alimentación; más bien puede considerarse como oportunista. Su dieta está formada principalmente por peces pequeños (10 a 30 cm), calamares pequeños y accidentalmente crustáceos (pequeños cangrejos y parásitos de peces).
2. Según la bibliografía, la totoaba tampoco es muy selectiva en su alimentación y las evidencias aquí presentadas muestran que las dos especies no compiten por alimento.
3. No hay evidencia de una asociación entre la totoaba y la vaquita. Si en algunas ocasiones han sido víctimas del mismo tipo de chinchorros, esto sólo se debe a que en algunas temporadas del año comparten el mismo hábitat.

4. El tamaño de la muestra existente para hacer estudios de la biología de la especie aún es pequeña. Por eso se recomienda continuar con este tipo de estudios para tener más elementos que faciliten una adecuada administración del recurso.

Agradecimientos

Se agradece al MC. Gerardo Barrientos Mc., ex-becario del laboratorio de malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por su valiosa asesoría en la identificación de los componentes de la dieta de la vaquita. A las MC. Patricia Fuentes y Teresa Gaspar del Instituto de Biología de la UNAM, por la identificación de los restos de peces. Al Biól. Mark Lowry del National Marine Fisheries Service (EUA), quien identificó algunos otolitos en la colección del Museo de Historia Natural de Los Ángeles. Al Dr. Luis Soto y sus alumnos del laboratorio de ecología del bentos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por la identificación del cangrejo. A las autoridades del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, BCS., donde se realizó el trabajo de gabinete y de laboratorio.

Referencias bibliográficas

- ÁLVAREZ-BORREGO, S., B.P. Flores-Baez y L.A. Galindo-Bect. 1975. Hidrología del alto golfo de California II Condiciones durante invierno, primavera y verano. *Ciencias Marinas*. (2):21-36.
- ÁLVAREZ-BORREGO., S. 1983. Gulf of California. pp. 427-449. En: B. H. Ketchum (ed.) *Ecosystems of the world, 26: Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company 500pp.
- Barros, N. B. 1993. Feeding ecology and foraging strategies of bottlenose dolphins on the central east coast of Florida. *Ph. D. Dissertation. Faculty of the University of Miami*. 327 pp.
- BERDEGUÉ A., J. 1955. La pesquería de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi* Gilbert) en San Felipe, Baja California. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XVI, Nos. 1-4 45-78.
- BROWNELL, R.L., L.T. Findley, O. Vidal, A. Robles, y S. Manzanilla, 1987. External morphology and pigmentation of the vaquita, *Phocoena sinus* (Cetacea: Mammalia). *Marine Mammal Science*3(1):22-30
- DELGADO E., A. 1991. Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de las toninas (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) en la Laguna de Términos y sonda de Campeche, México. *Tesis profesional, ENEP Iztacala*. UNAM. 148 pp.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN del 10 de junio de 1993. Decreto por el que se declara área natural protegida ... ", pp. 24-28.
- ESCATEL L., R.E. 1995. Estudio de la musculatura craneal y cervical de la vaquita *Phocoena sinus*, Norris and McFarland 1958 (Cetacea:

- Phocoenidae). *Tesis profesional, México, D. F. ENEP Iztacala UNAM.* 70 pp.
- EVANS, W.E. 1995. Common dolphin, white-bellied porpoise *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758. pp. 191-224. En: S.H. Ridgway y R. Harrison (eds.) *Handbook of Marine Mammals, Volume 5: The First Book of Dolphins.* Academic Press, London, U.K. i-xx+416 pp.
- FINDLEY, L.T. y Vidal, O. 1985. La marsopa del Golfo de California. *Inf. Cient. y Tecnol.*, No. 105, p. 15.
- FITCH, J.E. y Brownell Jr., R.L. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 25:2561-2574.
- GALLO R., J.P. 1991. Group behavior of common dolphins (*Delphinus delphis*) during prey capture. *Anales Inst. Biol. Univ. Autón México, Ser. Zool.* 62(2):253-262.
- MAGATAGAN, M.D., Boyer, E.H. y Villa-Ramírez, B. 1984. Revisión del estado que guarda *Phocoena sinus* Norris & McFarland y Descripción de tres nuevos ejemplares. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 55, Ser. Zool. (1):271-294.
- NORRIS, K.S. y McFarland, W.N. 1985. A new harbor porpoise of the genus *Phocoena* from the Gulf of California. *J. Mamm.*, 39:22-39.
- NORRIS, K.S. y Schilt, C.R. 1988. Cooperative societies in three-dimensional space: on the origins of aggregations, flocks, and schools, with special reference to dolphins and fish. *Ethology and Sociobiology* 9: 149-179. Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- PERALTA P., M. A. 1994. Variación morfométrica con respecto a la edad y al sexo en el cráneo de *Phocoena sinus* Norris y McFarland, 1958. *Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala UNAM.* 63 pp.
- PÉREZ-CORTÉS M.H., Silber, G.K. y Newcomer, M.W. 1989. Turisones (*Tursiops truncatus*) alimentándose en un Banco de Lodo en el Delta del Río Colorado. En: Resúmenes de la XIV Reunión Internacional Para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., Marzo 28-31, 1989.
- PERRIN, W.F., Warner, R.R., Fiscus, C.H., y Holts, D.B. 1973. Stomach contents of porpoise, *Stenella spp.*, and yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in mixed-species aggregations. *Fishery Bulletin.* 71(4):1077-1092.
- ROBLES, A., Vidal, O. y Findley, L.T. 1987. La totoaba y la vaquita. *Inf. Cient. y Tecnol.* vol 9. (124):4-6.
- ROMÁN-RODRÍGUEZ, M.J. 1990. Alimentación de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert)(Pisces: Sciaenidae) en la parte norte del Alto Golfo de California. *Ecológica* 1(2):1-9.
- SHANE, S.H., Wells, R.S., y Würsig. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*, 2(1):34-63.
- SILBER, G.K. 1990. Distributional relations of cetaceans in the northern gulf of California, with special reference to the vaquita, *Phocoena sinus*. *Ph. D. Thesis.* i-xviii + 145 pp.
- 1991. Acoustic signal of the Vaquita (*Phocoena sinus*). *Aquatic Mammals* 1991, 17,3,130-133.
- THOMSON, D.A., Findley, L.T. y Kerstitch, A.N. 1987. *Reef Fishes of the Sea of Cortez.* The University of Arizona Press. Tucson, AZ. U.S. 302 pp.
- VIDAL, O., Brownell Jr., R.L. y Findley, L.T. 1995. VAQUITA *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958. En: R.J. Harrison and S.M. Ridgway (eds.) *Handbook of Marine Mammals Volume 6, Dolphins and Porpoises.*
- VILLA-R. B. 1976. Report on the status of *Phocoena sinus*, Norris & McFarland 1958, in the Gulf of California. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.*, 47 Ser. Zool. (2):203-208.
- 1978. Especies mexicanas de vertebrados silvestres raras o en peligro de extinción. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.*, 49 Ser. Zool. (1):303-320.
- WERTH, A.J. 1989. Evolution of suction feeding and head shape in odontocetes: Abstracts 8th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Pacific Grove, California, Dec. 7-11, 1989 pp.72.
- WÜRSIG, B. 1986. Delphinid Foraging Strategies. pp.347-359. En: R.J. Schusterman, J.A. Thomas y F.G. Wood (eds.) *Dolphin Cognition and Behavior: a Comparative Approach.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. London
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., Curiel-Gómez, J. y Yáñez, V.L. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulelescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces:Ariidae). *Anales Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 3(1):125-180.