

UNIVERSIDAD DEL MAR



SEGREGACIÓN ALIMENTARIA ENTRE DOS ESPECIES
SIMPÁTRICAS DE DELFINES: *Stenella attenuata* Y *Stenella longirostris*
EN LA COSTA CENTRAL DE OAXACA, MÉXICO, INFERIDA
MEDIANTE ISÓTOPOS ESTABLES

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

Arturo Bell Enríquez García

Director

Co-Director

Dr. Fernando R. Elorriaga Verplancken M. en C. Francisco Villegas Zurita

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2018.

Resumen

La dieta y los hábitos alimentarios determinan la posición de los animales en las redes tróficas y definen su papel ecológico. Una de las técnicas para la determinación de los hábitos alimentarios es el análisis de isótopos estables. Los delfines moteados (*Stenella attenuata*) y tornillo (*S. longirostris*) son especies simpátricas ampliamente distribuidas, cuyos hábitos alimentarios no son bien conocidos. De acuerdo a la teoría del nicho, la coexistencia de especies simpátricas requiere de algún grado de partición de recursos, por lo que se esperó encontrar una segregación alimentaria entre ambas especies en la costa central de Oaxaca. Se utilizó el análisis de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en muestras de piel de 10 individuos de delfín moteado y 13 de delfín tornillo, así como en muestras de músculo de 4 delfines tornillo. Los resultados isotópicos para la piel de los delfines moteados mostraron valores promedio de $-16.23 \pm 0.47\text{‰}$ para $\delta^{13}\text{C}$ y de $15.29 \pm 0.62\text{‰}$ para $\delta^{15}\text{N}$; mientras que para la piel de los delfines tornillo los valores promedio fueron de $-16.46 \pm 0.42\text{‰}$ y $14.78 \pm 0.67\text{‰}$ para $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. El músculo de los delfines tornillo presentó promedios de $-16.59 \pm 0.17\text{‰}$ para carbono y $14.26 \pm 0.92\text{‰}$ para nitrógeno. Los resultados de este trabajo sugieren que los delfines moteados y tornillo muestreados se alimentaron dentro del área de estudio. Se evidenció una posible tendencia hacia la partición de recursos, teniendo los delfines moteados un nivel trófico ligeramente mayor y hábitos ligeramente más costeros que los delfines tornillos. En la familia Delphinidae, la dieta y los patrones de uso de hábitat usualmente difieren como una estrategia para la coexistencia, pero pueden formar grupos mezclados para evadir depredadores, mejorar la eficiencia del forrajeo o tomar ciertas ventajas sociales o reproductivas. Finalmente, se encontró una tendencia de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ a ser menores en el músculo que en la piel de los delfines tornillo, reflejando un cambio temporal en las señales de este isótopo asimiladas desde las presas consumidas.

Palabras clave: Delfín moteado pantropical, delfín tornillo, partición de nicho, Pacífico Sur Mexicano, ecología trófica

Abstract

Diet and feeding habits determine the position of animals within food webs and define their ecological role. One of the most recent methods to assess feeding habits is stable isotope analysis. Spotted (*Stenella attenuata*) and spinner (*S. longirostris*) dolphins are two sympatric and widely distributed species, whose feeding habits are largely unknown. According to niche theory, the coexistence of sympatric species requires some degree of resource partitioning; thus, feeding segregation between both species in Oaxaca's central coast is expected. Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) stable isotope analysis was used on skin samples of 10 individuals of spotted dolphins, 13 of spinner dolphins, and in muscle samples of 4 spinner dolphins. Isotopic results for the skin of spotted dolphins showed mean values of $-16.23 \pm 0.47\text{‰}$ for $\delta^{13}\text{C}$ and $15.29 \pm 0.62\text{‰}$ for $\delta^{15}\text{N}$, while spinner dolphins' skin showed mean values of $-16.46 \pm 0.42\text{‰}$ and $14.78 \pm 0.67\text{‰}$ for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$, respectively. Finally, spinner dolphins' muscle showed mean values of $-16.59 \pm 0.17\text{‰}$ for carbon and $14.26 \pm 0.92\text{‰}$ for nitrogen. Despite the limited sample sizes, this work's isotopic results suggest that sampled spotted and spinner dolphins fed within the study area. Additionally, a possible trend towards resource partitioning was evidenced, where spotted dolphins have a slightly higher trophic level and slightly more coastal habits than those of spinner dolphins. In the Delphinidae family, diet and habitat use patterns usually differ as a strategy to coexist, but they can form mixed groups to avoid predators, improving foraging efficiency or taking certain social or reproductive advantages. Finally, $\delta^{15}\text{N}$ signatures tended to be lower in the spinner dolphins' muscle than in their skin, reflecting a temporal variation in the assimilation of this stable isotope from consumed prey.

Key words: Pantropical spotted dolphin, spinner dolphin, niche partitioning, Mexican South Pacific, trophic ecology.

A mis padres.
A la mar, que me cautivó desde pequeño.

Agradecimientos

A mis codirectores, Dr. Fernando R. Elorriaga Verplancken y M. en C. Francisco Villegas Zurita, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo, su constante apoyo y su asesoría en la realización del mismo.

A los miembros del comité de revisión, Dra. Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara, Dr. Antonio López Serrano y Dra. Valentina Islas Villanueva, por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron el escrito.

A la Universidad del Mar, por haber sido mi casa de estudios durante cinco años y haberme permitido tener tantos aprendizajes. A MMOBiDiC A.C. por su apoyo en campo para la obtención de las muestras.

A los capitanes Mario, Miguel, "Bayo", y "Walter", por su excelente labor en la realización de las maniobras para la obtención de muestras.

A mis padres, por siempre haberme dado la confianza, la oportunidad y el apoyo incondicional para cumplir mis metas.

A toda mi familia, por siempre haberme apoyado aunque estuviera lejos.

A Daniela Palma, por haberme acompañado durante toda la carrera y haber estado ahí en los buenos y malos momentos.

A mis amigos umareños, por haber hecho las clases más amenas y la estancia en la universidad menos rutinaria.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Hábitos alimentarios e isótopos estables	1
1.1.1. Nicho isotópico	3
1.2. Delfín moteado, <i>Stenella attenuata</i>	3
1.3. Delfín tornillo, <i>Stenella longirostris</i>	5
2. Antecedentes	8
3. Justificación	12
4. Hipótesis y objetivos	13
4.1. Hipótesis	13
4.2. Objetivos	13
4.2.1. Objetivo general	13
4.2.2. Objetivos particulares	13
5. Materiales y Métodos	14
5.1. Área de estudio	14
5.2. Obtención de muestras	15
5.3. Procesamiento de muestras	17
5.4. Análisis de isótopos estables	18
5.4.1. Amplitud trófica	19
6. Resultados	20
6.1. Obtención de muestras	20
6.2. Análisis de isótopos estables	20
6.2.1. Distribución de frecuencias	20
6.2.2. Comparación estadística	20
6.2.3. Amplitud trófica	23

7. Discusión	27
7.1. Amplitud trófica	29
7.1.1. Diferencias entre tejidos de delfín tornillo	31
8. Conclusiones	33
Referencias	34

Índice de tablas

6.I. Resumen de navegaciones y biopsias. Fecha (DD/MM/AAAA). Especie(s): especie(s) de interés avistada(s) por navegación (<i>S.a</i> = <i>S. attenuata</i> , <i>S.l</i> = <i>S. longirostris</i>); navegaciones con NA hacen referencia a navegaciones en las que se pretendió obtener biopsias, pero no se avistó ninguna de las especies de interés. Método: P = bastón, BXX = ballesta y potencia (B15 = 15 lb, B60 = 60 lb). Intentos: número de disparos.	21
6.II. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (promedio \pm desviación estándar) y valores máximos y mínimos (‰) para los delfines moteados y tornillo (p = piel, m = músculo).	22
6.III. Resultados de las pruebas de normalidad para ambos isótopos y ambas especies	24

Índice de figuras

1.1. Cría (izquierda) y adulto (derecha) de Delfín moteado <i>S. attenuata</i> . Foto: Cortesía de Francisco Villegas Zurita.	4
1.2. Delfín tornillo <i>Stenella longirostris</i> . El individuo del centro realiza el salto con giro característico de la especie. Foto: Arturo Bell Enríquez García.	6
5.1. Mapa del área de estudio. Las líneas negras representan los transectos donde se colectaron las muestras (tomado y modificado de Castillejos- Moguel 2015).	15
5.2. Especificaciones de las puntas adaptadas para la obtención de biopsias.	16
5.3. Disparo a un ejemplar de <i>S. attenuata</i>	17
6.1. Promedios y desviaciones estándar de las señales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para ambas especies de delfines y tejidos (piel y músculo) de delfín tornillo.	22
6.2. Frecuencias de las señales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para la piel de ambas especies de delfines	23
6.3. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los delfines moteados (negro) y tornillos (rojo), con una Elipse Estándar Corregida y una Envoltura Convexa por especie.	25
6.4. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para la piel (negro) y músculo (rojo) de los delfines tornillo, con una Elipse Estándar Corregida y una Envoltura Convexa por tejido.	26

Glosario

Cetáceos: Mamíferos euterios completamente adaptados a la vida acuática, tales como delfines y ballenas.

$\delta^H X$ (**Delta**): Relación entre las proporciones de isótopos ($^H X / ^L X$) entre una muestra y un estándar. Se expresa en partes por mil (‰).

$\delta^{13}C$: Relación entre proporciones $^{13}C / ^{12}C$ de una muestra con respecto al fósil *Belemnites americana* de la formación PeeDee en Carolina del Sur, EE.UU.

$\delta^{15}N$: Relación entre proporciones $^{15}N / ^{14}N$ de una muestra con respecto al nitrógeno atmosférico.

Desnitrificación: Proceso en el que el nitrato es reducido hasta producir nitrógeno molecular (N_2).

Dieta: Conjunto de especies (ítems) de las que se alimenta un consumidor.

Ecología trófica: Rama de la ecología que estudia los hábitos alimentarios, para realizar inferencias sobre las interacciones tróficas (competencia, depredación, entre otras) y el flujo de energía dentro de un ecosistema.

Fotosíntesis: Proceso fisicoquímico por el cual las plantas, algas y bacterias fotoautótrofas utilizan la energía de la luz solar para sintetizar compuestos orgánicos.

Fraccionamiento isotópico ($\Delta^H X$): Diferencia de dos proporciones isotópicas ($\delta^H X_1 - \delta^H X_2$), por ejemplo entre un depredador y su presa.

Hábitos alimentarios: Conjunto de comportamientos desplegados por un organismo (consumidor) para obtener su alimento.

Hemivida: Tiempo que tarda en perderse la mitad de la concentración inicial de un isótopo en un tejido.

Isótopos: Átomos con el mismo número de protones ($Z+$) y electrones($e-$), pero diferente número de neutrones (N).

Isótopo estable: Isótopos energéticamente balanceados y que no son radioactivos; es decir, con un número de protones y neutrones similar o igual (isótopo natural).

Nicho ecológico: Hipervolumen n -dimensional, cuyas dimensiones son las variables ambientales (ejes scenopoéticos) y biológicas (ejes bionómicos) en las que se desenvuelve (nicho realizado) o necesita para desenvolverse (nicho fundamental) una especie,

una población o un individuo.

Nicho isotópico: Distribución isotópica de un consumidor en un espacio δ , cuyas dimensiones (ejes) están determinadas por el número de isótopos empleados.

Nicho trófico: Subdivisión del nicho ecológico que hace referencia a los hábitos alimentarios y la dieta de una población, especie o individuo.

Odontoceto: Cetáceos que poseen dientes (*e.g.* delfines, cachalotes).

Partición de nicho: Aprovechamiento de recursos diferentes (tróficos o ambientales) por dos especies que coexisten en un mismo espacio.

Productividad primaria: Producción de materia orgánica que realizan los organismos autótrofos a través de los procesos de fotosíntesis o quimiosíntesis. La producción primaria es el punto de partida de la circulación de energía y nutrientes a través de las redes tróficas. Se expresa en términos de energía acumulada (calorías/ml/día o en calorías/ml/hora) o en términos de la materia orgánica sintetizada (gramos/m²/día o kg/hectárea/año).

Recursos: Conjunto de elementos disponibles para el aprovechamiento de una especie, población o individuo.

Segregación alimentaria: Diferencia de dietas entre dos depredadores.

Simpatría: Especies que surgieron sin que las poblaciones de un ancestro común se encontraran aisladas físicamente una de otra.