

Determinando la dieta de los mamíferos marinos

El uso de herramientas químicas: isótopos estables

Tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*) Foto: Carlos Olavarría

Luciana Riccialdelli
riccialdelli@gmail.com



M. Natalia Paso Viola
naiypv79@yahoo.com.ar



Las comunidades biológicas están compuestas por cadenas alimentarias interrelacionadas llamadas *redes tróficas* (*trofos* = alimento). En ellas los organismos se organizan en pasos sucesivos (*niveles tróficos*) en los cuales un individuo (el predador) se alimenta del anterior (la presa) y es comido por el siguiente. Los *productores primarios* inician la cadena mediante la fijación de energía proveniente del sol o de compuestos de alta energía, que luego

es transferida hacia los demás integrantes llamados *consumidores* (herbívoros, carnívoros y omnívoros) y por último los *descomponedores* quienes degradan la materia orgánica muerta y liberan los nutrientes para que sean aprovechados nuevamente por los productores. De esta forma a través de los organismos se transfiere la energía y la materia por medio de la alimentación.

Los mamíferos marinos conforman un grupo de predado-

res muy diverso presente en todos los mares y océanos del mundo. En particular, las aguas subantárticas adyacentes a la Isla Grande de Tierra del Fuego constituyen una importante área de alimentación para muchos organismos.

Para comprender el rol de las especies de mamíferos marinos dentro de las redes tróficas es de crucial importancia contar con información de sus hábitos alimentarios. La observación de animales alimentándose en la naturaleza y el análisis de sus heces y/o de sus contenidos estomacales son técnicas

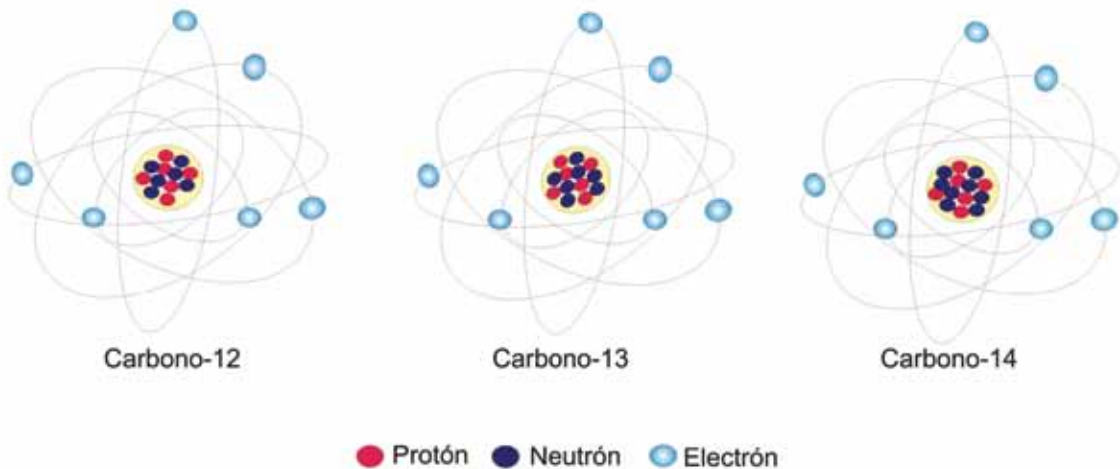
usadas tradicionalmente que aportan información sobre la alimentación de muchas especies que habitan el Mar Argentino. Sin embargo, este tipo de información es escasa para los mamíferos marinos de Tierra del Fuego.

Durante las últimas décadas se han desarrollado nuevas técnicas que complementan los métodos tradicionales. Una de ellas es el análisis de isótopos estables (cuadro de texto 1). Este método permite evaluar cuáles son las presas mayormente consumidas y definir

dónde se alimentan los organismos.

Los *isótopos estables* más utilizados en estudios ecológicos corresponden al carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), hidrógeno ($^2\text{H}/^1\text{H}$), oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) y azufre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$), debido a su gran abundancia en la corteza terrestre y su participación en numerosos procesos naturales. En particular, los isótopos estables de carbono (^{13}C y ^{12}C) y nitrógeno (^{15}N y ^{14}N) son utilizados para investigar diversos aspectos de la ecología de los mamíferos marinos, tales como su dieta, sus posiciones

Cuadro de texto n° 1



Los isótopos (iso: igual, topos: lugar) son diferentes estructuras atómicas de un mismo elemento que se diferencian por contener distinto número de neutrones en el núcleo, lo que causa que tengan cada uno una masa diferente. La masa está determinada por el número de neutrones y protones en el núcleo. Por ejemplo, el elemento carbono (C) tiene 6 protones en el núcleo, pero existen tres isótopos del carbono en la naturaleza: ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C , en los que varía la cantidad de neutrones 6, 7 y 8 respectivamente. El carbono-12 (^{12}C) y el carbono-13 (^{13}C) son llamados isótopos estables porque el número de partículas subatómicas no se modifica a través del tiempo, a diferencia del carbono-14 (^{14}C) que sí sufre modificación con el tiempo y por ello es llamado isótopo inestable o radioactivo. El término isótopo pesado y liviano se refiere a la masa de los isótopos de un mismo elemento, como ^{13}C y ^{12}C , respectivamente.

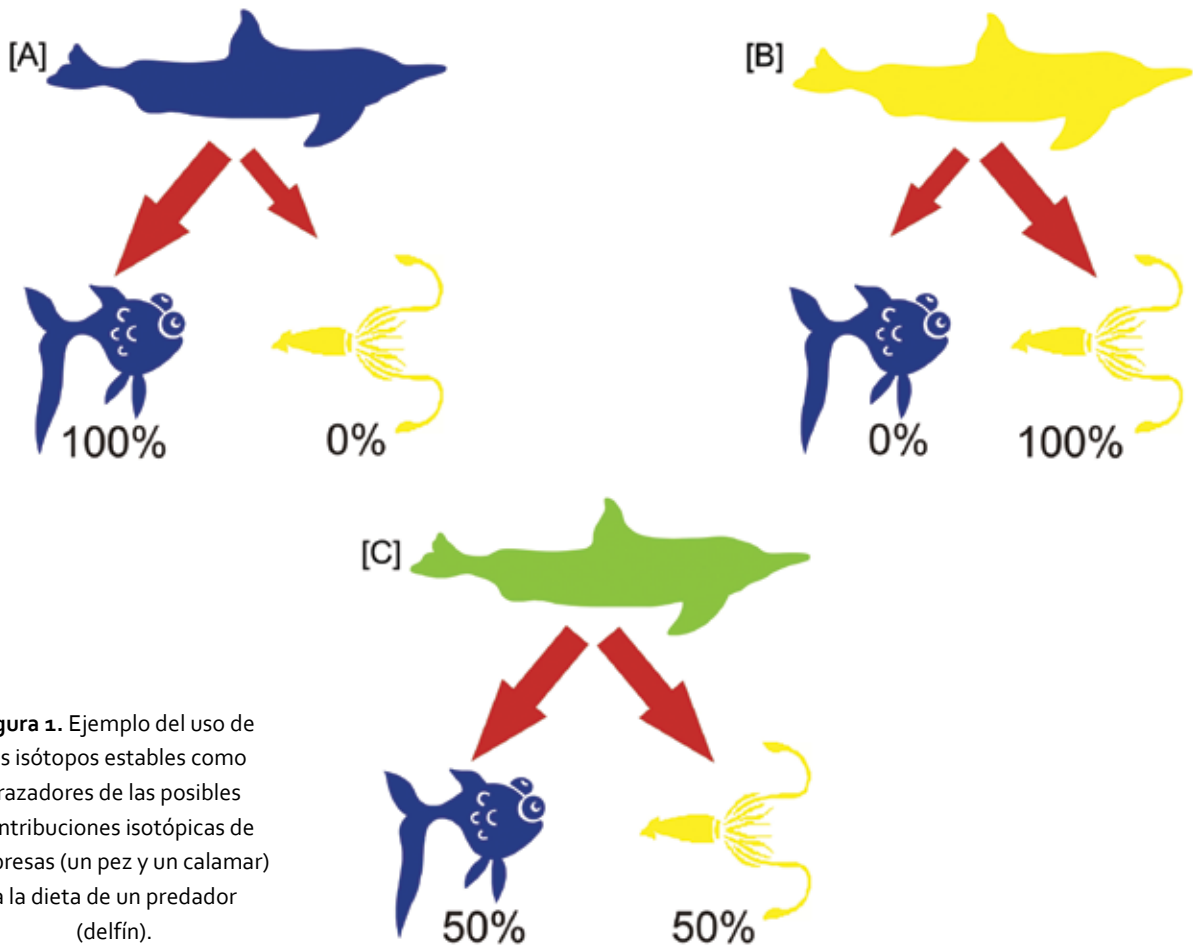


Figura 1. Ejemplo del uso de los isótopos estables como trazadores de las posibles contribuciones isotópicas de las presas (un pez y un calamar) a la dieta de un predador (delfín).

tróficas y sus áreas de distribución. Para llevar a cabo estos estudios es necesario medir las proporciones de los isótopos mencionados en los tejidos de las presas y los predadores y los valores medidos son expresados en una unidad llamada delta (δ), por ejemplo: $\delta^{13}\text{C}$ o $\delta^{15}\text{N}$.

Estudiando de la dieta

Los isótopos de carbono (C) y nitrógeno (N) son incorporados en los tejidos de los orga-

nismos a través del alimento. Los isótopos más pesados (^{13}C o ^{15}N) se acumulan en los tejidos del predador en cantidades más altas que las de sus presas. Esta diferencia es conocida como enriquecimiento trófico.

Para lograr la caracterización de la dieta es importante que las presas difieran en sus valores isotópicos. De esta forma, analizando los valores isotópicos en el tejido del predador y conociendo los valores de sus presas, se puede determinar el tipo y proporción de presa de la cual se está alimentando.

Este análisis puede entenderse observando la **Figura 1**, donde las posibles contribuciones isotópicas de un pez y un calamar (presas) a la dieta de un delfín (predador) se ilustran en color. En la parte [A] de la figura el delfín se alimenta en mayor medida de peces y por lo tanto se ilustra en color azul, reflejando un valor isotópico similar al pez; en la parte [B] el delfín se alimenta en mayor medida de calamares y por lo tanto se ilustra en color amarillo, reflejando un valor isotópico similar al calamar y en una tercera posibili-

dad [C] el delfín se alimenta de ambas presas en proporciones similares. Por lo tanto el color verde resulta de la mezcla en cantidades parecidas del azul y el amarillo, reflejando un valor isotópico intermedio entre el valor del pez y del calamar.

Estimando el nivel trófico de los mamíferos marinos

Determinar el *nivel trófico* de los mamíferos marinos es un paso esencial a la hora de evaluar el rol ecológico que éstos mantienen en los ecosistemas donde viven. En general estos animales ocupan entre el ter-

cer y quinto nivel trófico y, por lo tanto, son considerados predadores tope.

Se ha establecido una correspondencia entre el nivel trófico de los organismos y los valores isotópicos de nitrógeno de sus tejidos. A medida que se sube en la cadena alimentaria desde el primer nivel, va aumentando la cantidad de ^{15}N en los siguientes. De esta forma, los niveles tróficos pueden ser calculados en relación a los valores isotópicos de los organismos que se encuentran en la base de las redes tróficas, o sea los productores primarios (Figura 2).

Determinar el nivel trófico de los mamíferos marinos es un paso esencial a la hora de evaluar el rol ecológico que éstos mantienen en los ecosistemas donde viven.

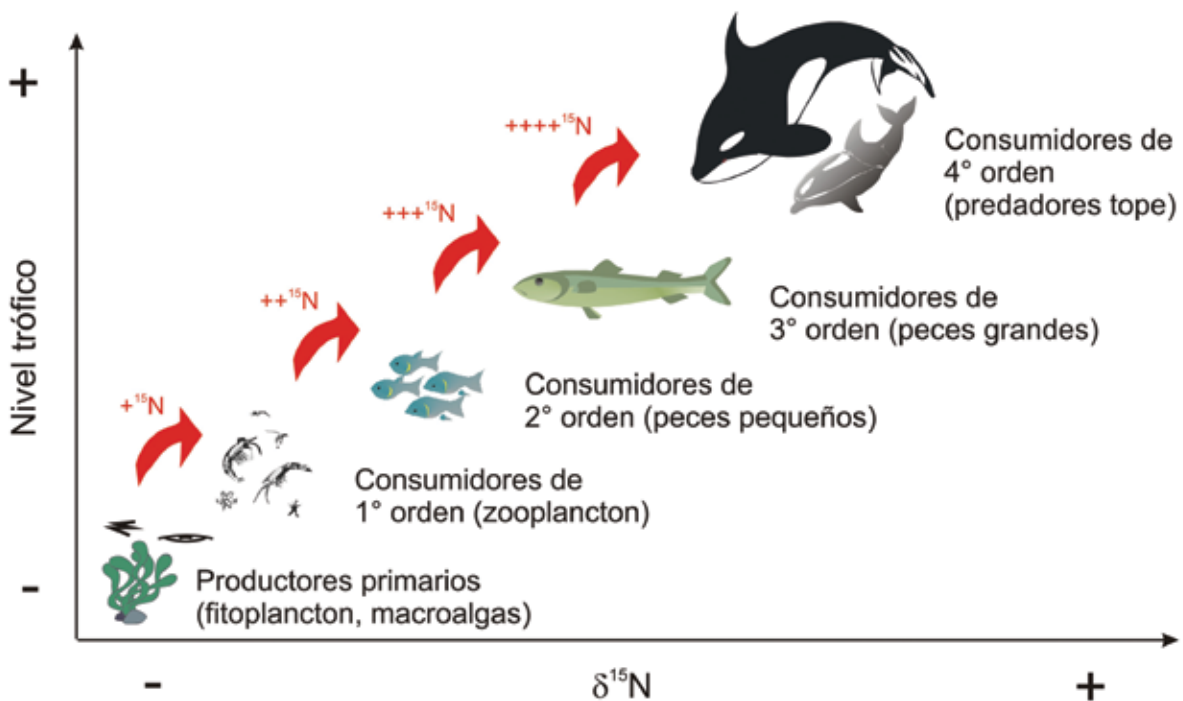


Figura 2. Esquema de los niveles tróficos en una cadena alimentaria marina. En general, las cadenas tróficas tienen entre dos y cinco eslabones tróficos. Los productores constituyen el primer nivel trófico presentando los valores más bajos de nitrógeno. Los animales actúan como consumidores de 1er, 2do, 3er y 4to orden ocupando del segundo al quinto eslabón trófico, respectivamente.

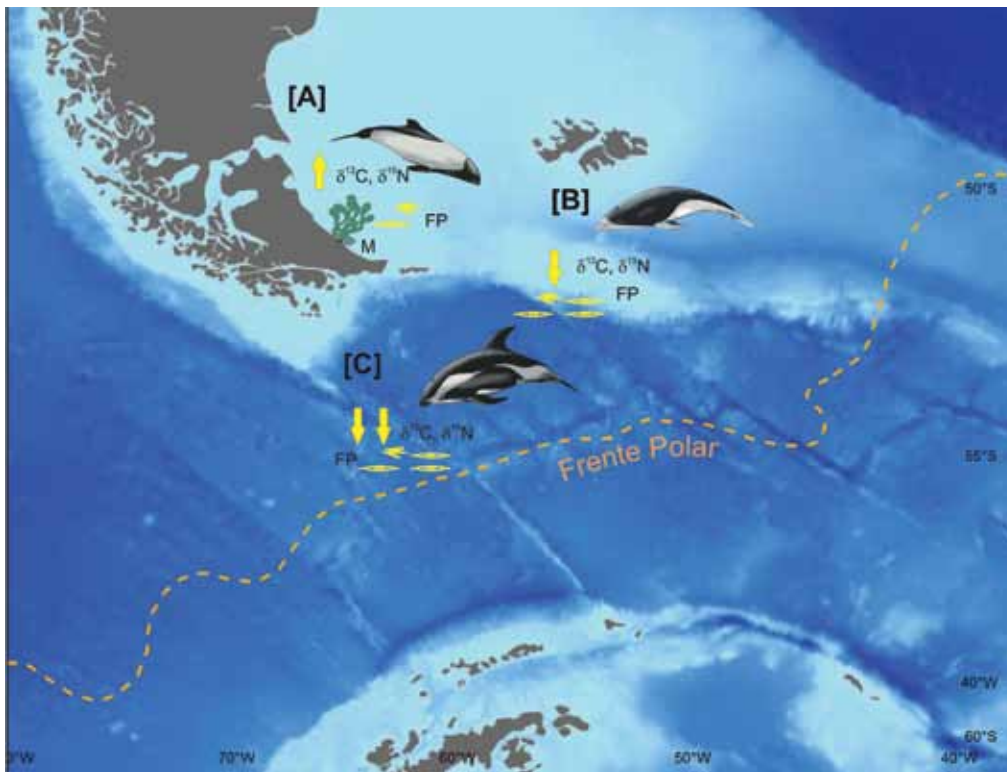


Figura 3. Áreas de alimentación para tres especies de delfines en base a sus valores de isótopos de carbono y nitrógeno: [A] costera (altos valores isotópicos), tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*), [B] plataforma/talud continental (bajos valores), delfín liso (*Lissodelphis peronii*) y [C] aguas oceánicas cercanas al frente polar (valores muy bajos), delfín cruzado (*Lagenorhynchus cruciger*). Se muestran los principales productores de cada área: macroalgas (M), fitoplancton (FP).

Determinando las áreas de alimentación

Los tipos de productores primarios que dominan cada región son los responsables de generar diferencias isotópicas entre las redes tróficas. Por ejemplo, en zonas costeras existen varios productores primarios, como el fitoplancton, las macroalgas y las plantas intermareales. Por el contrario, en zonas oceánicas, el fitoplancton es el único productor. Las diferencias isotópicas generadas en la base de estos distintos ambientes trascienden hacia los restantes eslabones de las redes tróficas, y, en consecuencia, en los valores isotópicos de todos los organismos que las habitan.

Así, la clave para evaluar las áreas de alimentación de los mamíferos marinos es relacionar sus valores isotópicos y los de sus presas con las potenciales áreas donde estas últimas podrían encontrarse (**Figura 3**).

Al igual que otras técnicas, el uso de los isótopos estables en estudios ecológicos presenta ventajas y desventajas. Sin embargo, nos ofrece grandes oportunidades para responder preguntas que resultan difíciles o inaccesibles para responder mediante otras técnicas. En la actualidad, la utilidad de este método en el campo de las ciencias biológicas es muy amplia y puede abarcar el estudio de cualquier ser vivo, desde un microbio o una mariposa hasta un elefante; vivos o muertos; actuales o fósiles.

Referencias bibliográficas

Alcorlo P, R Redondo, J Toledo (coord) (2008) Técnicas y aplicaciones multidisciplinares de los isótopos ambientales. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

Michener R, K Lajtha (2007) Stable isotopes in ecology and environmental science. 2da Edición. Blackwell Publishing, Malden, MA