

Mónica Yanira Rodríguez-Pérez, María Pamela Bermúdez-González y Laura Sánchez-Velasco

Los dientes, una importante fuente de información morfológica y ecológica

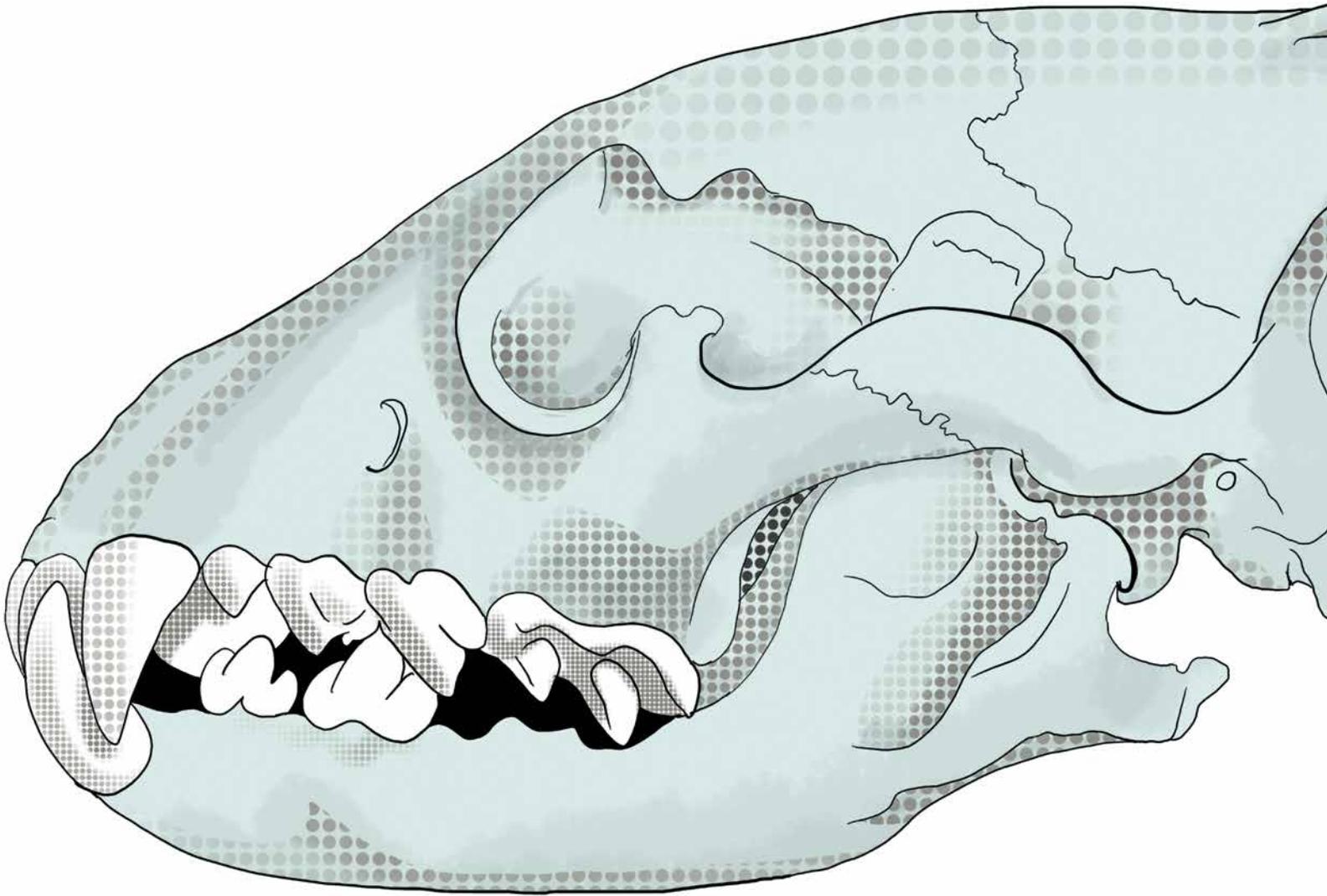
Los dientes son excelentes fuentes de información morfológica y ecológica. Mediante técnicas como los isótopos estables, se han podido conocer aspectos como periodo de lactancia, migraciones, periodos de hambruna, de qué se alimentan los organismos y qué papel tienen dentro de su ecosistema. Así podemos entender mejor cómo se han adaptado a los cambios que enfrentaron en su historia de vida.

Estudio de los dientes en las ciencias

Los seres humanos tenemos curiosidad por conocer cómo era la vida de los seres vivos en el pasado; por ello, se han buscado diferentes técnicas para obtener datos acerca de dónde vivían, cómo se alimentaban o cómo el ambiente afectó su vida. Hemos encontrado que los dientes en los organismos son estructuras únicas que pueden funcionar como un “diario” o un “libro” que nos permite obtener información de la vida de organismos fósiles y actuales.

El primer registro del uso de dientes para obtener información acerca de un organismo fue en humanos, en la Roma del año 49 de nuestra era. Según cuenta la historia, al morir Calígula, su tío Claudio tomó el mando y se casó por cuarta ocasión, eligiendo entre dos candidatas, Lolia Paulina y su sobrina Agripina, y optó por la segunda. Lolia era conocida por ser una mujer muy atractiva, pero ostentosa; gustaba de llevar joyas muy costosas en cada cena e incrustarse oro en los dientes. Esto originó la envidia y celos de Agripina, quien, temiendo ser desplazada, solicitó que mataran a Lolia, pero para asegurarse que fuera asesinada pidió que su cabeza le fuera entregada. Sin embargo, cuando le entregaron la cabeza estaba en tal estado de putrefacción que no pudo identificar su rostro; entonces solicitó ver sus dientes, pues sabía que tenían peculiares restauraciones en oro y fue de esta manera como pudo identificar su cadáver.

A partir de entonces y hasta la fecha los dientes han permitido identificar a grandes personajes en la historia; además, se han consolidado las áreas de odontología y ecología forense, las cuales en conjunto se encargan de obtener información (por ejemplo, edad, dieta, entre otros) de personas y organismos. En la actualidad



se sabe que la probabilidad de que dos individuos tengan una dentadura idéntica es nula, dadas las características morfométricas (forma y tamaño) de cada diente, aunado a los tratamientos dentales a los que nos solemos someter los humanos.

■ **Pasado y presente a través de los dientes**

■ En los mamíferos –todos aquellos individuos que poseen glándulas mamarias que producen leche, con las que pueden alimentar a sus bebés al nacer; desde un roedor hasta una ballena–, es posible valerse de los dientes como estructuras de registro porque son muy duros y en su interior forman líneas de crecimiento que se observan como bandas anchas de material que se va acumulando durante un periodo, que en la mayoría de los casos puede ser anual (Figura 1a). También se pueden observar capas más delgadas de tejido transparente u opacas en el interior de los dientes, que regularmente se forman en invierno o invierno-primavera; estas capas, parecidas a líneas (gruesas o delgadas), se asocian a variaciones en la cantidad de calcio que se va acumulando debido a cambios alimenticios u hormonales que surgen con las estaciones del año, ya que, por ejemplo, cuando

el alimento escasea, la capas en los dientes son más delgadas por la deficiencia de nutrientes.

Aunque la mayoría de los mamíferos forman capas de crecimiento en los dientes de manera anual, existen algunas especies que rompen este patrón: las especies de rápido crecimiento. Por ejemplo, en roedores el diente crece muy rápido y las capas de crecimiento pueden almacenar información diaria (Figura 1a), mientras que en los mamíferos (tanto terrestres como acuáticos) de lento crecimiento las líneas crecen con bastante lentitud y se registra información o cambios fisiológicos de un periodo de un año por la deposición lenta del material mineral que conforma sus dientes (Figura 1b).

■ **Estudio de la composición química de los dientes para resolver misterios**

■ En las últimas décadas una de las técnicas más fructíferas para obtener información ecológica de las especies a través de los dientes es mediante isótopos estables; pero ¿qué es un isótopo estable? Los isótopos son diferentes formas de un mismo elemento químico de la tabla periódica, es decir, todos parecen gemelos; algunos delgados, otros más grandes o

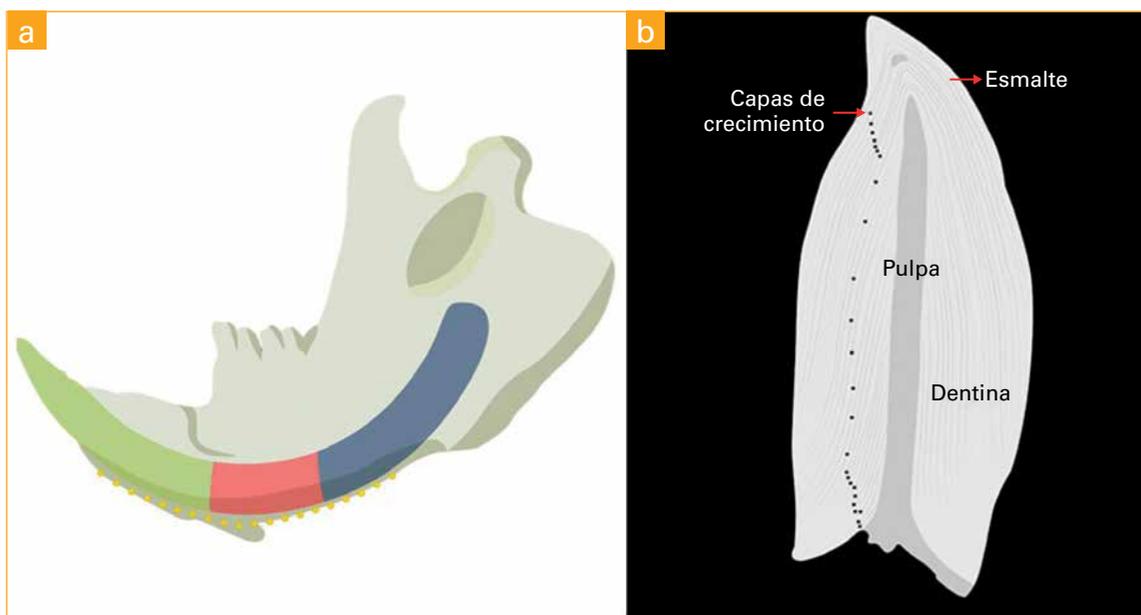


Figura 1. a) Diente de roedor, donde cada color representa el crecimiento de semanas, que sería la ventana temporal de información obtenida a partir del mismo. b) Diente de lobo marino, donde una capa clara y una oscura representan un año de edad, por lo cual, en conjunto, las capas arrojan información sobre toda la vida del organismo.

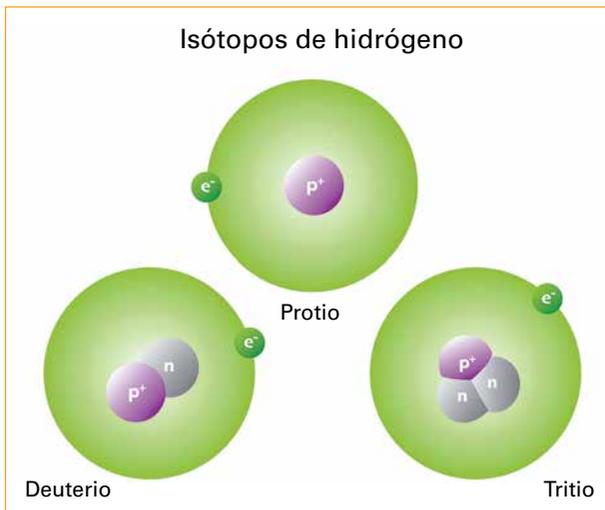


Figura 2. Diferentes formas del isótopo de hidrógeno definidas por el número de neutrones en el núcleo: p⁺ (protón), e⁻ (electrón), n (neutrón).

altos, pero todos parecidos entre sí. Estos elementos tienen en sus átomos el mismo número de protones y electrones, pero diferente número de neutrones, variación que proporciona diferencias en su masa atómica (suma de protones y neutrones), cambiando sus características físicas, pero conservando las químicas. Ahora bien, estas diferencias en su masa atómica les dan una mayor o menor estabilidad en el tiempo; en algunos casos, debido a su inestabilidad, estos elementos pueden emitir radiación, ya que cambian su forma química con el tiempo y reciben el nombre de **isótopos radiactivos**, a diferencia de los **isótopos estables**, los cuales conservan su forma. Por ejemplo, el hidrógeno tiene tres isótopos, como podemos ver en la **Figura 2**. El hidrógeno **sin neutrones en su núcleo** se llama protio, con un neutrón es deuterio y con dos neutrones es tritio. Aunque existen muchos isótopos estables, a continuación hablaremos de los cuatro más utilizados en ecología: carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O) e hidrógeno (H).

Carbono (C). Los cambios en los valores de isótopos de carbono pueden asociarse con cambios en la dieta, pero reflejan principalmente la variación en fuentes de carbono y producción primaria del lugar donde vive el organismo. Los valores del isótopo de carbono nos pueden dar información; por ejemplo, sobre el tipo de vegetación que domina un hábitat: si

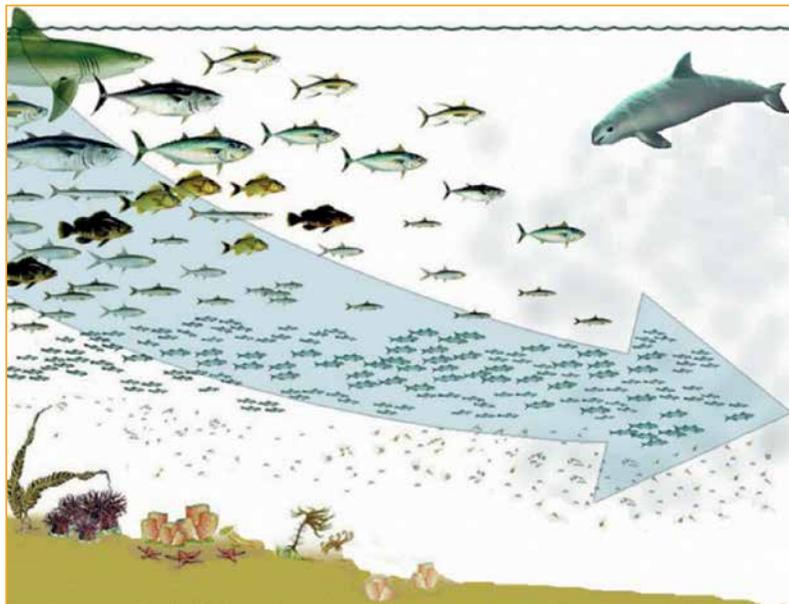


Figura 3. Ruta trófica que representa el flujo de energía entre los diferentes niveles tróficos (flecha azul traslúcida), desde el depredador tope y hacia la base, que en la figura estarían representados por la vaquita marina y el tiburón.

predominan las plantas vasculares (árboles, arbustos, plantas con flor, entre otros), fitoplancton, macroalgas, todas conocidas como plantas C3 por producir compuestos de tres carbonos durante su fotosíntesis; o bien si prevalecen las plantas tropicales, subtropicales o pastos marinos que producen compuestos de cuatro carbonos, las cuales se conocen como plantas C4. También están las plantas CAM, donde la fotosíntesis se lleva a cabo en dos fases y las estomas se abren durante la noche y cierran durante el día para evitar pérdida de agua; constituyen casi todas las plantas desérticas.

Nitrógeno (N). Los valores del isótopo del nitrógeno aumentan de forma predecible con cada **nivel trófico**, lo que permite estimar su rol dentro de un ecosistema dado (**Figura 3**). Además de lo anterior, los isótopos estables de nitrógeno son capaces de dejarnos ver cuándo existieron eventos de hambruna asociados a causas metabólicas generadas por enfermedades como la bulimia en los individuos. Al no darle de comer al cuerpo, los organismos empiezan a consumir sus propias reservas; primero las grasas, pero si el periodo de inanición continúa, el metabolismo comienza a hacer uso de tejido muscular,

Isótopos radiactivos

Son átomos inestables en su núcleo que emiten radiación y se descomponen o cambian hasta alcanzar estabilidad con el tiempo, convirtiéndose en isótopos estables o incluso en elementos diferentes al elemento inicial.

Isótopos estables

Son átomos cuyo núcleo no es inestable y no emite radiación a través del tiempo, lo que permite que conserven su forma por largos periodos.

Nivel trófico

Se refiere a la posición que un organismo ocupa dentro de una cadena trófica y depende de cómo obtiene la energía que requiere para vivir.

lo cual aumenta los valores de nitrógeno, ya que es similar a que ese individuo se consumiera a sí mismo.

Actualmente, al usar en conjunto isótopos estables de carbono y nitrógeno podemos obtener información acerca de la vida de los organismos y cómo se relacionan con otros organismos en el ecosistema: si son depredadores o consumidores de niveles tróficos bajos o altos, cuánto tiempo dura la lactancia en crías, o cuándo la cría complementa su alimentación de leche materna con alimento sólido; incluso es posible identificar si presentó enfermedades como anorexia o bulimia a lo largo de su vida, gracias a la formación de capas dentales.

Hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno (H) y el oxígeno (O) son isótopos estables que nos permiten definir rutas migratorias o generar información sobre el ambiente en el cual viven o vivieron los organismos. Lo anterior es posible porque, como seguramente sabes, el agua está formada por átomos de hidrógeno y oxígeno (H₂O). En cada lugar esta agua presenta valores isotópicos de oxígeno e hidrógeno diferentes y al beberla los individuos asimilan en su cuerpo

estos valores isotópicos de la región donde estuvieron (**Figura 4**). Por ejemplo, se ha observado que los análisis de isótopos estables de oxígeno e hidrógeno en dientes pueden darnos información de los lugares donde estuvieron los individuos y de cómo se movieron en y entre ecosistemas a lo largo de sus vidas. Además, nos dan información de características ambientales como temperatura, salinidad y precipitación de sus hábitats y de cómo cambiaron a lo largo de su vida (**Figura 5**).

Con los dientes también podemos saber si los organismos migran durante su vida a diferentes lugares o si son especies “endémicas”; es decir, que no se mueven nunca del lugar donde nacen. ¿Cómo sabemos esto? Gracias a que la composición de los isótopos de oxígeno e hidrógeno dentro de los organismos será similar a la composición de los lugares donde vivieron y cada lugar tiene su “huella isotópica” particular, la cual queda grabada en los individuos que viven en un lugar por periodos relativamente largos (meses o años).

■ **Y en conclusión, ¿por qué estudiar los dientes?**

■ Los dientes son una increíble fuente de información a través de las capas de crecimiento que se forman en su interior y, con ayuda de herramientas tan valiosas como los isótopos estables, nos muestran la historia de vida de las especies, desde el lugar en el cual nacieron, qué comían, hacia dónde migraron, y hasta problemáticas importantes como enfermedades o cambios ambientales a los que pudieron estar expuestas. De esta manera, podemos discernir cómo ha sido la adaptación de los organismos a los diferentes cambios que enfrentaron en su historia de vida.

Todos estos descubrimientos de las maravillosas historias que nos pueden contar los dientes están siendo explorados actualmente con especies tan misteriosas como la vaquita marina. Recordemos la historia de celos de Agripina, que llevó a la muerte de Lolía Paulina: si Agripina supo a partir de los dientes que se trataba de Lolía, imagina lo que se podría saber usando técnicas actuales como los isótopos estables –posiblemente qué tipo de dieta



Figura 4. Animales bebiendo agua, la cual tiene un valor de oxígeno e hidrógeno específico para esa área que queda registrado en los tejidos de los individuos que la consuman.

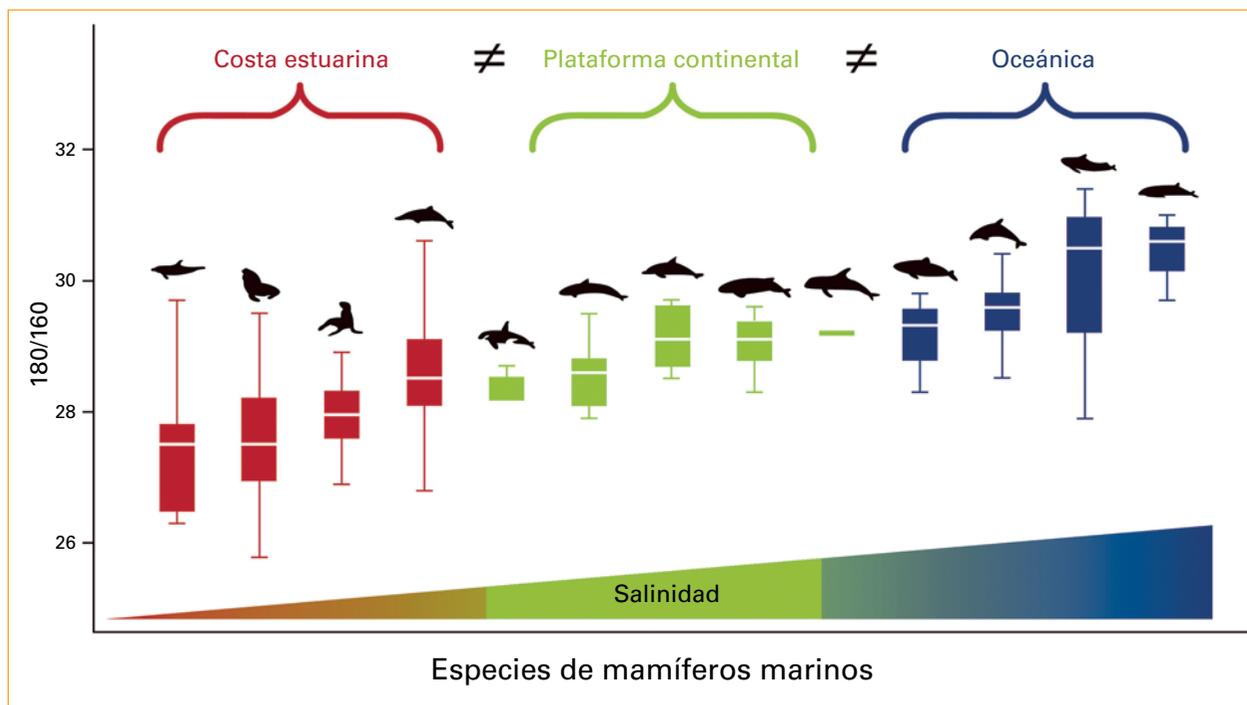


Figura 5. Determinación del hábitat de diferentes especies de mamíferos acuáticos a partir de la relación isotópica de los isótopos ligero y pesado de oxígeno. El color rojo representa a organismos costero-estuarinos, con valores más variables (línea roja) debidos a su movimiento entre agua dulce, salobre y salina. El color verde implica organismos costeros con los valores menos variables, y el color azul representa a organismos oceánicos con los valores más altos en los isótopos del oxígeno. Las diferencias entre las relaciones de los isótopos pesados con respecto a los ligeros se determinan por diferentes factores que influyen en la concentración de isótopos en el medio y, por consecuencia, en el tejido de los organismos.

tenía, si padecía alguna enfermedad o algún trastorno alimenticio—. Cada vez que veas un diente, piensa en la sorprendente biblioteca de información que nos puede contar de la historia de vida de los individuos.

Mónica Yanira Rodríguez-Pérez

Conahcyt-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (Cicimar)-IPN.
stenella_16@yahoo.com

María Pamela Bermúdez-González

Universidad Autónoma de Querétaro.
pamelabg@uaq.mx

Laura Sánchez-Velasco

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (Cicimar)-IPN.
lsvelasc@ipn.mx

Lecturas recomendadas

Clementz, M. T. y P. L. Koch (2001), “Differentiating aquatic mammal habitat and foraging ecology with stable isotopes in tooth enamel”, *Oecologia*, 129(3):461-472.

Hobson, K. A. y J. Sease (1998), “Stable isotope analysis of tooth annuli reveal temporal dietary records: An example using Steller Sea lions”, *Marine Mammal Science*, 14(1):116-129.

Hobson, K. A., R. T. Alisauskas y R. G. Clark (1993), “Stable-nitrogen isotope enrichment in avian tissue due to fasting and nutritional stress: Implications for isotopic analyses of diet”, *The Condor*, 95:388-394.

Klevezal, G. A. (1996), *Recording structures of mammals: Determination of age and reconstruction of life history*, EUA, A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.

Koch, P. L., D. C. Fisher y D. Dettman (1989), “Oxygen isotope variation in the tusks of extinct proboscideans: a measure of season of death and seasonality”, *Geology*, 17(6):515-519.

Newsome, S. D., M. T. Clementz y P. L. Koch (2010), “Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology”, *Marine Mammal Science*, 26:509-572.