

Virus, plásticos y genes rebeldes: el cáncer en lobos marinos

Virus, plastics and rebel genes: cancer in sea lions

María Ximena Anaya González, Lili Pelayo González y
Claudia J. Hernández Camacho

Resumen

Los lobos marinos, focas, morsas y elefantes marinos, conocidos como *pinnípedos*, son mamíferos marinos que hoy enfrentan una amenaza silenciosa: el cáncer. Esta enfermedad, que afecta sobre todo sus sistemas reproductivo y urinario, se ha convertido en una señal de alerta de lo que está pasando en los océanos. En este artículo se exploran tres causas principales que están detrás de su aparición: la contaminación por pesticidas y microplásticos, la presencia de virus como el *otarioherpesvirus-1* y el papilomavirus, y los problemas genéticos provocados por la reproducción entre animales emparentados, algo que ocurre cuando las poblaciones disminuyen. El objetivo de este texto es mostrar cómo nuestras acciones están dejando huella en la salud del mar y en la vida de sus especies. También propone soluciones urgentes, como reducir el uso de plásticos, fortalecer la conservación marina y fomentar la educación ambiental, para que estos animales pasen de ser víctimas silenciosas a señales vivas de recuperación en los océanos.

Palabras clave: cáncer, contaminantes, pinnípedos, tumor, virus, contaminación marina.

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO

Anaya González, M. X., Pelayo González, L., y Hernández Camacho, C. J. (2025, noviembre-enero). Virus, plásticos y genes rebeldes: el cáncer en lobos marinos. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 26(4). <http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.5.3>

Abstract

Sea lions, seals, walruses, and elephant seals, known as *pinnipeds*, are marine mammals now facing a silent threat: cancer. This disease, which mainly affects their reproductive and urinary systems, has become a warning sign of what is happening in the oceans. This article explores three main causes behind the emergence of cancer: contamination from pesticides and microplastics, the presence of viruses such as *Otarine herpesvirus-1* and papillomavirus, and genetic problems caused by inbreeding, which occurs when populations decline. The aim of this text is to reveal how human actions are leaving a mark on the ocean's health and shaping disease in marine wildlife. It also proposes urgent solutions, such as reducing plastic use, strengthening marine conservation, and promoting environmental education, so that these animals can go from being silent victims to living indicators of ocean recovery.

Keywords: cancer, pollutants, pinnipeds, tumor, virus, marine pollution.

María Ximena Anaya González

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ciudad de México, México

Pasante de Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM. Su formación se ha centrado en áreas como fauna silvestre, medicina de la conservación, ecología de enfermedades, epidemiología y divulgación científica. Realizó su servicio social en el Instituto de Biología de la UNAM. Actualmente, desarrolla su tesis en el Departamento de Microbiología e Inmunología de la FMVZ-UNAM, en colaboración con el Instituto de Ecología (INECOL), enfocándose en temas relacionados con salud animal, conservación y ecología de las enfermedades. Reside en la Ciudad de México y busca contribuir al campo de la medicina veterinaria aplicada a la biodiversidad, combinando ciencia, práctica y comunicación.

 maximenafmvz@gmail.com

 0009-0000-3597-4145

 [maría-ximena-anaya-gonzález](#)

Lili Pelayo González

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Ciudad de México, México

Bióloga mexicana por la Facultad de Ciencias de la UNAM, maestra en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos por el CICIMAR-IPN y doctora en Ciencias por el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Actualmente es profesora de asignatura en la Facultad de Ciencias de la UNAM e investigadora independiente. Ha participado y desarrollado estudios sobre ecología poblacional de mamíferos marinos y cambio climático, y ha colaborado en proyectos de investigación y divulgación con la UNAM, el IPN y la CONANP. Cuenta con publicaciones científicas, capítulos de libros, artículos de divulgación, participaciones en congresos internacionales y formación de recursos humanos.

 lilipelayo@ciencias.unam.mx

 0000-0002-1808-5570

 [Lili-Pelayo-Gonzalez](#)

Claudia J. Hernández Camacho

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Baja California Sur, México

Bióloga por la UNAM, maestra en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos por el CICIMAR-IPN y doctora en Biología por la Arizona State University. Sus principales líneas de investigación son la ecología poblacional, ecología del comportamiento y biología de la conservación en pinnípedos. Ha desarrollado diversos proyectos de investigación y colaborado con instituciones nacionales e internacionales. Es miembro del Grupo de Especialistas en Pinnípedos de la UICN. Es Investigadora Nacional nivel II en el SNII y cuenta con más de 50 publicaciones científicas. Ha dirigido más de 20 alumnos de licenciatura y posgrado.

 jcamacho@ipn.mx

 0000-0002-6309-9728

 [ResearchGate: Claudia-Hernandez-Camacho](#)

Los presagios del mar

Los lobos marinos, focas y morsas, conocidos como *pinnípedos*, son mamíferos marinos que pueden considerarse anfibios debido a su capacidad para vivir dentro y fuera del agua. Estos animales son de los pocos que navegan entre el océano y la tierra, y cada miembro de este grupo tiene una personalidad única: tenemos a los lobos marinos con sus aletas delanteras grandes y fuertes, a los lobos finos con su perfil y pelaje elegante (familia Otariidae), a las focas con sus aletas traseras adaptadas a la vida marina (familia Phocidae) y a las morsas con sus grandes colmillos (familia Odobenidae).

Estos peludos tienen una función ecológica muy importante: son los oráculos del mar, es decir que son *bioindicadores* del estado de su ecosistema debido a su sensibilidad a los cambios en el entorno marino. Si algo está mal en el mar, se ve reflejado en ellos, como lo hacían los antiguos oráculos al predecir el futuro. En la actualidad su salud nos envía un mensaje urgente.

Cuando los observamos descansando en los hielos o en las playas de algunas islas remotas parece que todo en su vida es felicidad, pero no es así. Ellos también enfrentan amenazas que los acechan todo el tiempo, como depredadores (las temibles orcas y tiburones), las redes que dejan los pescadores a la deriva o la falta de alimento; sin embargo, hay otras amenazas que no se ven y que son igual de letales que las anteriores: las enfermedades, en especial el cáncer. Al estudiar sus tumores, los científicos han descubierto patrones inquietantes, células enfermas multiplicándose como constelaciones que se expanden sin control, dibujando un mapa de daño donde antes había vida.

¿Qué está causando este “zodiaco oscuro” en su piel? Este artículo busca demostrar cómo la contaminación, los virus y la actividad humana convergen para impulsar el cáncer en pinnípedos, transformando su piel en un mapa de alerta temprana para la salud oceánica.

De constelaciones a tumores: cuando las células pierden su rumbo

La constelación de Cáncer, representada por un cangrejo en el zodiaco, es un patrón de estrellas que los antiguos astrónomos unieron con líneas imaginarias en el firmamento. En el océano también se forma otro tipo de constelaciones: grupos de células que, como estrellas rebeldes, se multiplican sin control formando tumores. La llamada *enfermedad del cáncer* ocurre cuando las células olvidan su

función y migran a otros tejidos, alterando su estructura y generando tumores que se expanden de manera caótica. Es como si las estrellas de una constelación de pronto decidieran migrar a otra; en ese proceso, las demás constelaciones se verían afectadas, perderían su forma distintiva y ya no podríamos reconocerlas.

El nombre cáncer proviene del latín *karkinos* que significa cangrejo. Hipócrates, el padre de la medicina, utilizó este término por la forma en la que los tumores y los nódulos linfáticos¹ se ramifican: igual que las extremidades y pinzas de estos crustáceos (Afify y Seno, 2023). Esta enfermedad puede aparecer en cualquier parte del cuerpo y se ha observado en casi todos los vertebrados independientemente de su tamaño y esperanza de vida (Caulin y Maley, 2011). Existe evidencia de que las aves y reptiles tienen índices más bajos de cáncer que los mamíferos; en un estudio basado en más de 9000 necropsias² se encontró esta enfermedad en el 2.8% en mamíferos, 1.9% en aves y 2.2% en reptiles (Effron et al., 1977).

En los pinnípedos, la presencia de cáncer es más común de lo que se piensa: desde la década de los ochenta se reportaron tumores en lobos marinos (Gulland et al., 1996) y son más recurrentes en las vías urinarias y el aparato reproductor (Lipscomb et al., 2000). Aunque se han documentado casos en múltiples especies, el más afectado es el lobo marino de California (*Zalophus californianus*; King et al., 2002; ver figura 1).

Figura 1. Lobo marino de California (*Zalophus californianus*). Los Islotes, Golfo de California, BCS, México.

Créditos: Lili Pelayo.



La mayoría de los diagnósticos provienen de lobos marinos de California varados en la costa de California, Estados Unidos, y en el Golfo de California, México; sin embargo, los pinnípedos californianos no son los únicos afectados

¹ Los *nódulos linfáticos* son pequeños órganos con forma de frijol que forman parte del sistema linfático, el cual ayuda a defender el cuerpo contra infecciones y enfermedades. En los humanos están distribuidos por todo el cuerpo, agrupados generalmente en zonas como el cuello, las axilas, la ingle, el abdomen y el pecho.

² La necropsia es el examen médico del cuerpo de una persona o animal después de la muerte y se realiza para determinar la causa del fallecimiento, estudiar las enfermedades presentes o recolectar información útil para la ciencia y la medicina.

por esta preocupante condición, ya que se han registrado tumores en el aparato reproductivo de lobos marinos sudamericanos (*Otaria byronia*) en Perú (Chauca et al., 2021) y Malta (Biancani et al., 2010). Además, en el zoológico de Bristol en Reino Unido se informó el primer caso del mismo tipo de cáncer en los lobos finos sudamericanos (*Arctocephalus australis*) en 2011 (Dagleish et al, 2013).

Más allá de los lobos marinos y los lobos finos, también se han documentado casos de tumores en otras especies de pinnípedos, como los elefantes marinos del sur (*Mirounga leonina*) en Georgia del Sur (Mawdesley-Thomas, 1971) y en la foca manchada (*Phoca largha*) en Alaska (Rotstein et al., 2019). Aunque los tumores en las vías urinarias y el aparato reproductivo son los más comunes, también se ha encontrado evidencia de tumores en otras partes de su organismo como el hígado, las mamas y la piel (Newman y Smith, 2006; ver figura 2).

REPORTES DE CÁNCER UROGENITAL EN PINNÍPEDOS

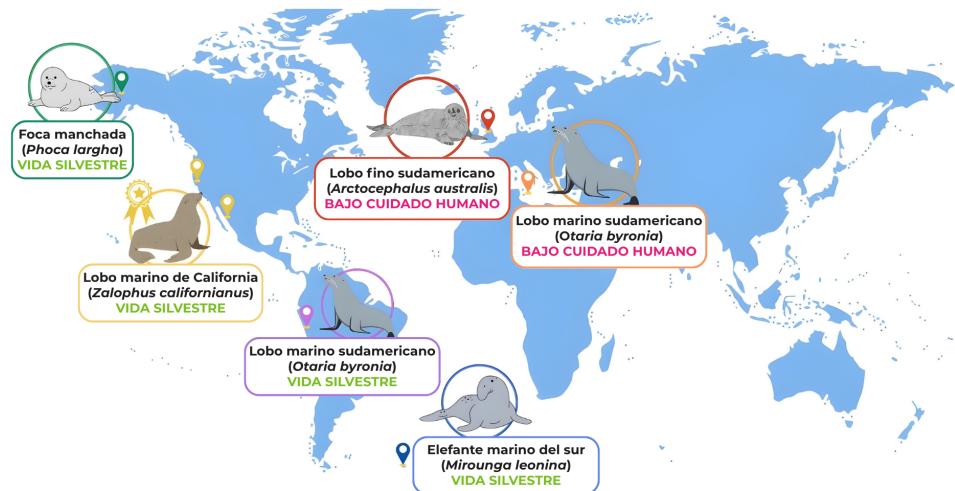


Figura 2. Reportes a nivel mundial de presencia de cáncer en pinnípedos.

Créditos: Ximena Anaya.

En este punto, seguro te preguntas ¿por qué les da cáncer a los oráculos marinos?

La herencia

El cáncer se presenta en estos carismáticos animales debido a la suma de varios factores. Uno de ellos es el genético, ya que, al igual que en los humanos, las enfermedades pueden transmitirse de generación en generación a través de los genes. Otro factor determinante es la *endogamia*, que sucede cuando se reproducen entre parientes cercanos, lo que aumenta el riesgo de desarrollar cáncer (Browning et al., 2014), pues al reducir la diversidad genética se pierden variantes protectoras que podrían neutralizar mutaciones peligrosas y además se acumulan versiones defectuosas de genes que en poblaciones diversas serían eliminadas.

La endogamia suele tener lugar en poblaciones que disminuyen drásticamente o que están cerca de la extinción. Algunos ejemplos de especies en México que han atravesado este tipo de procesos son el lobo marino de California, el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) y el elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*).

Cuantos menos ejemplares de estas especies haya, más vulnerables son frente al cáncer. Ejemplos de ello son los lobos marinos de California en la Isla Santa Margarita, Bahía Magdalena, México, con un 75% menos de su población (Pelayo-González et al., 2021); la casi extinción del lobo fino de Guadalupe por la caza humana y eventos de calentamiento marino³ (Barrón et al., 2003; ver figura 3) o las disminuciones poblacionales de la colonia de elefantes marinos del norte en el Archipiélago de San Benito en el Océano Pacífico (Rodríguez-Rafael et al., 2023).

El cambio climático actúa como un cómplice silencioso de este proceso, pues cuando se reduce la disponibilidad de presas (Rodríguez-Rafael et al., 2023) y disminuye la condición corporal de los animales por falta de alimento, las poblaciones, ya mermadas por la caza histórica (Barrón et al., 2003), se debilitan aún más. El resultado es un círculo vicioso: con menos individuos hay mayor endogamia, lo que causa más incidencia de cáncer y por lo tanto una menor recuperación poblacional.



Figura 3. Lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), Las Ánimas, Golfo de California, BCS, México.

Créditos: Lili Pelayo.

³Los eventos de calentamiento marino son periodos en los que la temperatura del océano aumenta por encima de lo normal durante meses o incluso años.

Océanos envenenados

A esto se suma otro factor de riesgo, la acumulación de contaminantes: éstos no sólo alteran ecosistemas, son sustancias capaces de interferir en el correcto funcionamiento del sistema hormonal de los pinnípedos, pues se exponen a ellos por contacto y a través de su alimentación.

Entre los más peligrosos destacan dos: los organoclorados y los microplásticos.

Los *organoclorados* son compuestos químicos derivados del carbono y el cloro y se usan principalmente como pesticidas (DDT) y en la industria eléctrica, en transformadores o aceites industriales (PCB). Estos compuestos son especialmente peligrosos porque se acumulan en la grasa corporal de los lobos marinos y en órganos importantes como el cerebro, el hígado y la placenta; también pueden llegar a sus crías a través de la leche materna (Niño-Torres et al., 2007) o en las heces (Vergara et al., 2019). Causan daños graves en el cuerpo porque afectan el material genético de las células (es decir que son *genotóxicos*), lo que hace que las células se multipliquen de manera anormal y produzcan cambios no deseados en el ADN (Ennaceur et al., 2008). Lo peor de todo es que se usan desde la década de los treinta y pueden permanecer en el ambiente durante más de 10 años (Farrington y Takada, 2014).

Por su parte, los *microplásticos* son partículas diminutas menores de cinco mm, que se originan principalmente por la descomposición de desechos plásticos. Pueden alterar la *expresión de genes*, es decir, el “encendido” o “apagado” de genes según las necesidades del organismo. Su peligro se multiplica porque actúan como “caballos de Troya”, pues pueden transportar patógenos, toxinas y aditivos químicos con efectos carcinógenos, que se activan cuando entran en el organismo; además, obstruyen las vías digestivas generando estrés fisiológico crónico que debilita los sistemas inmunes de los animales (Ortega-Borchardt et al., 2023).

De la presa al depredador

Los pinnípedos incorporan estos tóxicos principalmente mediante la *biomagnificación* (Nelms et al., 2018), o a la concentración progresiva de dichos tóxicos en la cadena alimenticia, pues algunas de sus presas como peces y calamares ingieren microplásticos porque los confunden con alimento, mientras que otras, como los moluscos, los retienen de manera involuntaria en su sistema. De esta manera, los oráculos del mar son expuestos a los microplásticos a través de una *exposición secundaria*, es decir, cuando consumen presas que ya los contienen o que están adheridos a ellos. Así, cuando un lobo marino digiere peces con contaminantes, éstos ingresan a su cuerpo (ver figura 4). Por lo anterior, es urgente tomar conciencia de que reducir la contaminación marina es crucial

para preservar nuestros océanos y su fauna.

PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN PINNÍPEDOS

Figura 4. Ruta por medio del cual ciertos contaminantes entran al organismo de los pinnípedos. Se observan cuatro diferentes momentos: 1) contaminación del mar por basura y desechos; 2) peces ingieren basura; 3) lobo marino alimentándose de peces que comieron basura y 4) dos focas que han ingerido plásticos y basura del mar.

Créditos: elaboración propia con IA de Canva.



Meteoros virales: los patógenos que reescriben el firmamento celular

La contaminación no es el único agente externo que puede inducir cáncer, las células pueden verse afectadas por la presencia de ciertos virus. Imagina al genoma⁴ como un cielo estrellado, donde cada constelación representa un tejido sano. Los virus *oncogénicos*, que favorecen el desarrollo de cáncer, actúan como meteoros que impactan este firmamento celular: cuando chocan con ciertos genes fundamentales en la división celular los cambian creando nuevas y peligrosas configuraciones: estrellas mutantes que se multiplican aceleradamente y se convierten en células cancerosas, rompiendo la armonía del cosmos corporal.

Uno de estos virus es el Gammaherpesvirus tipo 1 Otarino (OthV-1), identificado con frecuencia en tumores del tracto urinario y reproductivo de pinnípedos (Lipscomb et al., 2000). El hallazgo de este virus resultó particularmente relevante, ya que otros gammaherpesvirus han sido asociados con el desarrollo de cáncer en distintas especies animales, incluidos los seres humanos (Pesavento et al., 2018). Su presencia en los tumores de estos mamíferos marinos lo han convertido en un objeto de estudio destacado y su relación con el cáncer sigue siendo investigada (Dagleish et al., 2013).

Otro virus cuyo nombre seguramente has escuchado es el papilomavirus. Así es, los mamíferos marinos también pueden contraerlo, se trata de un papilomavirus específico de pinnípedos y los científicos creen que podría estar asociado con una transformación previa al desarrollo de cáncer (Pesavento et

⁴ Es el manual de instrucciones que contiene todo el ADN de un organismo y determina cómo funciona éste, la manera en la que se desarrolla y se mantiene vivo..

al., 2018). ¿Te suena familiar? Exactamente, esto también ha sido propuesto en el cáncer del cuello uterino humano (ver figura 5).

Figura 5. Factores que influyen en el desarrollo del cáncer.

Créditos: Ximena Anaya.



Todos para uno y uno para todos

Los estudios recientes han permitido comprender que la relación entre distintos factores como contaminantes, genes y virus son determinantes en el desarrollo del cáncer en pinnípedos. La mayoría de los descubrimientos provienen del lobo marino de California, una de las especies más abundantes en el océano Pacífico y cuyas colonias cercanas a la costa han facilitado la toma de muestras gracias al análisis de animales varados. Esta accesibilidad ha permitido entender cómo es que interactúan los diversos factores causantes del cáncer, así como el generar o implementar alternativas para su mitigación y control.

Y así como las constelaciones guiaban a los navegantes, estos hallazgos nos orientan hacia soluciones: reducir la contaminación que envenena el hogar de los pinnípedos, como los plásticos de un solo uso; promover la limpieza en las playas y áreas costeras; apoyar la implementación de políticas y regulaciones que promuevan la conservación marina, e informar a otros sobre el impacto de nuestros hábitos y las actividades comerciales en la salud del océano.

Cada acción es una nueva estrella en esta constelación de conservación y, si ajustamos nuestro rumbo, los pinnípedos podrán dejar de ser espejos de nuestro descuido para convertirse nuevamente en señales de un océano saludable.

Recursos adicionales

- Un misterioso cáncer afecta a los lobos marinos; ¿los culpables? Herpes y químicos tóxicos
- Milestones in Science: California Sea Lion Cancer [Video]
- Podcast: Sentinels of the Sea, Ep. 1: California sea lion cancer [Video]

Referencias

- ❖ Afify, S. M., y Seno, M. (2023). On the Origin of Cancer. En *Methods in Cancer Stem Cell Biology* (pp. 1-21). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1331-2_1
- ❖ Barron, M. G., Heintz, R., y Krahn, M. M. (2003, 20 de julio). Contaminant exposure and effects in pinnipeds: implications for Steller sea lion declines in Alaska. *Science of The Total Environment*, 311(1-3), 111-113. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00140-2](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00140-2)
- ❖ Biancani, B., Lacave, G., Magi, G. E., y Rossi, G. (2010, 1 de julio). Ovarian interstitial cell tumor in a South American sea lion (*Otaria flavescens*). *Journal of Wildlife Diseases*, 46(3), 1012-1016. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.3.1012>
- ❖ Browning, H. M., Acevedo-Whitehouse, K., Gulland, F. M. D., Hall, A. J., Finlayson, J., Dagleish, M. P., Billington, K. J., Colegrove, K., y Hammond, J. A. (2014, 7 de diciembre). Evidence for a genetic basis of urogenital carcinoma in the wild California sea lion. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1796). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0240>
- ❖ Caulin, A. F., y Maley, C. C. (2011, abril). Peto's Paradox: evolution's prescription for cancer prevention. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(4), 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.01.002>
- ❖ Chauca, J., Bachmann, V., Macalupú, J., Torres, E., Vásquez, C., y Perales, R. (2021, 13 de septiembre). Hallazgo histopatológico de neoplasia testicular en dos ejemplares de lobo marino chusco *Otaria byronia* varados en la costa norte del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, (36)1, 239-251. <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i1.329>
- ❖ Dagleish, M. P., Barrows, M., Maley, M., Killick, R., Finlayson, J., Goodchild, R., Valentine, A., Saunders, R., Willoughby, K., Smith, K. C., y Stidworthy, M. F. (2013, julio). The first report of otarine herpesvirus-1-associated urogenital carcinoma in a South American fur seal (*Arctocephalus australis*). *Journal of Comparative Pathology*, 149(1), 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2012.10.002>
- ❖ Effron, M., Griner L., y Benirschke, K. (1977, julio). Nature and rate of neoplasia found in captive wild mammals, birds, and reptiles at necropsy. *Journal of the National Cancer Institute*, 59(1), 185-98. <https://doi.org/10.1093/jnci/59.1.185>
- ❖ Ennaceur, S., Ridha, D., y Marcos, R. (2008, abril). Genotoxicity of the organochlorine pesticides 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethylene (DDE) and hexachlorobenzene (HCB) in cultured human lymphocytes. *Chemosphere*, 71(7), 1335-1339. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.11.040>
- ❖ Farrington, J. W., & Takada, H. (2014). Persistent organic pollutants (POPs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), and plastics: Examples of the status, trend, and cycling of organic chemicals of environmental concern in the ocean. *Oceanography*, 27(1), 196-213.



- ❖ Gulland, F. D. M., Trupkiewicz, J. G., Spraker, T. R., y Lowenstine, L. J. (1996, 01 de abril). Metastatic carcinoma of probable transitional cell origin in 66 free-living California Sea Lions (*Zalophus Californianus*), 1979 to 1994. *Journal of Wildlife Diseases*, 32(2), 250-258. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-32.2.250>
- ❖ King, D. P., Hure, M. C., Goldstein, T., Aldridge, B. M., Gulland, F. M. D., Saliki, J. T., Buckles, E. L., Lowenstine, L. J., y Stott, J. L. (2002, abril). Otarine herpesvirus-1: a novel gammaherpesvirus associated with urogenital carcinoma in California sea lions (*Zalophus californianus*). *Veterinary Microbiology*, 86(1-2), 131-137. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(01\)00497-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(01)00497-7)
- ❖ Lipscomb, T. P., Scott, D. P., Garber, R. L., Krafft, A.E., Tsai, M. M., Lichy, J. H., Taubenberger, J. K., Schulman, F. Y., y Gulland F. M. D. (2000, noviembre). Common metastatic carcinoma of California sea lions (*Zalophus californianus*): evidence of genital origin and association with novel gammaherpesvirus. *Veterinary Pathology*, 37(6), 609-617. <https://doi.org/10.1354/vp.37-6-609>
- ❖ Mawdesley-Thomas, L. E. (1971, enero). An ovarian tumour in a southern elephant seal (*Mirounga leonina*). *Veterinary pathology*, 8(1), 9-15. <https://doi.org/10.1177/030098587100800102>
- ❖ Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley B. J., Jarvis, D. S., y Lindeque, P. K. (2018, julio). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238, 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>
- ❖ Newman, S. J., y Smith, S. A. (2006, noviembre). Marine mammal neoplasia: a review. *Veterinary pathology*, 43(6), 865-880. <https://doi.org/10.1354/vp.43-6-865>
- ❖ Niño-Torres, C. A., Gardner, S. C., Zenteno-Savín, T., y Ylitalo, G. M. (2009, febrero). Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in California Sea Lions (*Zalophus californianus californianus*) from the Gulf of California, México. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56, 350-359. <https://doi.org/10.1007/s00244-008-9181-y>
- ❖ Ortega-Borchardt, J. A., Ramírez-Álvarez, N., Ríos Mendoza, L. M., Gallo-Reynoso, J. P., Barba-Acuña, I. D., García-Hernández, J., Égido-Villarreal, J., y Kubenik, T. (2023, enero). Detection of microplastic particles in scats from different colonies of California sea lions (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico: A preliminary study. *Marine Pollution Bulletin*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114433>
- ❖ Pelayo-González, L., González-Rodríguez, E., Ramos-Rodríguez, A., y Hernández-Camacho, C. J. (2021, noviembre). California sea lion population decline at the southern limit of its distribution during warm regimes in the Pacific Ocean. *Regional Studies in Marine Science*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102040>
- ❖ Pesavento, P. A., Agnew, D., Keel, M. K., y Woolard, K. D. (2018, 16 de agosto). Cancer in wildlife: patterns of emergence. *Nature Reviews Cancer*, 18(10), 646-661. <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0045-0>

- ❖ Rodríguez-Rafael, E. D., García-Aguilar, M. C., Galván-Magaña, F., y Elorriaga-Verplancken, F. R. (2023, 24 de agosto). Decline of one of the southernmost northern elephant seal (*Mirounga angustirostris*) colonies and its relationship with a warm sea environment. *Ciencias Marinas*, 49. <https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3361>
- ❖ Rotstein, D. S., Stimmelmayer, R., Adams, B., y Pederson, M. (2019). Metastatic testicular Sertoli cell tumor in a free-ranging cryptorchid adult spotted seal *Phoca largha* in North Slope, Alaska, USA. *Diseases of aquatic organisms*, 133(1), 1-5. <https://doi.org/10.3354/dao03338>
- ❖ Vergara, E. G., Hernández, V., Munkittrick, K. R., Barra, R., Galban-Malagon, C., y Chiang, G. (2019, 1 de octubre). Presence of organochlorine pollutants in fat and scats of pinnipeds from the Antarctic Peninsula and South Shetland Islands, and their relationship to trophic position. *Science of the Total Environment*, 685, 1276-1283. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.122>