



María Soledad Leonardi y Enrique A Crespo

Laboratorio de Mamíferos Marinos, Centro Nacional Patagónico, Conicet

Juan Antonio Raga y Francisco J Aznar

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia

Insectos oceánicos: los piojos buceadores

Este artículo se refiere a piojos que viven como parásitos de pinnípedos, mamíferos marinos carnívoros que pertenecen a tres familias: otáridos (lobos y leones marinos), fócidos (focas) y odobénidos (morsas). Los pinnípedos son uno de los dos grandes grupos de mamíferos marinos; el segundo grupo importante, que no debe confundirse con ellos, está constituido por los cetáceos, un orden que incluye a ballenas, orcas, cachalotes, delfines, toninas y otros, del que no nos ocuparemos en lo que sigue pues los piojos no los parasitan. También son mamíferos marinos algunas especies de nutrias y, para ciertos autores, los osos polares.

Todas las especies actuales de mamíferos marinos evolucionaron a partir de ancestros terrestres. Los paleontólogos creen que esas formas ancestrales ya convivían con piojos. Cuando sus hospedadores colonizaron el medio marino, los insectos lograron sobrevivir en el nuevo hábitat.

Se vieron, sin embargo, sujetos a las exigencias que les impuso ese nuevo ambiente, o a presiones selectivas que antes les eran ajenas. Ello les desencadenó un proceso adaptativo

por el que experimentaron cambios en su biología, que se extendieron a su morfología, su fisiología y su ciclo de vida. Así, por ejemplo, adquirieron nuevas estructuras que les permitieron respirar bajo el agua, ajustaron sus ciclos de vida a los de sus hospedadores y redujeron su metabolismo para sobrevivir durante los largos períodos de inmersión. A pesar de ello, los piojos no lograron reproducirse estando sumergidos, por lo que esa actividad se vio restringida para ellos a los períodos que los pinnípedos pasan en tierra, en los que, precisamente, aquellos también se reproducen. De esta manera, el período reproductivo de los parásitos quedó sincronizado con el homónimo de sus hospedadores o huéspedes (véase el glosario para la definición de estos términos).

Piojos terrestres y piojos buceadores

Los piojos pertenecen al suborden de los anopluros y son insectos que se alimentan de sangre (o hematófagos). Habitan

¿DE QUÉ SE TRATA?

Los piojos de focas y lobos marinos deben poder sobrevivir las inmersiones de esos mamíferos y, por ende, soportar las bajas temperaturas y la salinidad de las aguas de mar, las elevadas presiones de las profundidades y la falta de aire para respirar. Millones de años de evolución les permiten hacerlo, pero no reproducirse en el agua.

de modo permanente en el pelaje de mamíferos, es decir, son *ectoparásitos*. Miden alrededor de dos o tres milímetros de largo. Su ciclo de vida comienza en un huevo e incluye tres estadios como ninfas antes de llegar a adultos. Los huevos se adhieren al pelo del hospedador y aproximadamente en una semana eclosionan las ninfas en su estadio inicial. Estas miden alrededor de un milímetro, mientras que los adultos alcanzan alrededor de los tres milímetros de largo. Se caracterizan por tener un cuerpo redondeado y cubierto por escamas, cuya cantidad y densidad aumentan en cada estadio ninfal. En un recuadro anexo se presenta la clasificación sistemática de piojos y pinnípedos que manejan los entomólogos y los especialistas en mamíferos marinos.

Muchos diferentes mamíferos, tanto terrestres como marinos, están infectados por alguna especie de piojos. Pero hay varios grupos cuyos miembros no parecen convivir con ellos: ornitorrincos y equidnas, que integran el orden de los *monotremas*; manatís o vacas marinas, del orden de los *sirénidos*; pangolines, del orden de los *folídotos*; murciélagos y vampiros o zorros voladores, que se clasifican como *quirópteros*, y los mencionados *cetáceos*. La mayoría de los nombrados tiene poco pelaje o carece de él.

Hay cerca de cinco mil especies de piojos, de las cuales la gran mayoría son masticadores y solo unas quinientas, chupadores. Los carnívoros marinos conviven con muy pocas de ellas. De hecho, la única familia de piojos que los infecta es *Echinophthiriidae*, un grupo o *taxón* que reúne a los piojos de los pinnípedos y de las nutrias. Por las adaptaciones morfológicas y ecológicas que se advierten en esos piojos, por el hecho de que las distintas especies de los cuatro géneros de esa familia eligen especies diferentes de pinnípedos para parasitar (o su *especificidad* en la elección de hospedadores, como se ve en el recuadro) y por patrones de distribución geográfica, se puede inferir que los carnívoros ancestrales de los actuales pinnípedos albergaban piojos antes de su adaptación al medio acuático.

Estudios recientes de genética molecular de piojos confirman el origen terrestre de la familia *Echinophthiriidae* y, por lo tanto, ratifican la hipótesis de su coevolución con los pinnípedos. Estos derivaron de un grupo de carnívoros que se diferenció en el Oligoceno tardío, es decir hace aproximadamente treinta millones de años, algo que es coherente con la distribución de las especies de piojos del género *Antarctophthirus*.



Figura 1. Crías de lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*) en isla Rasa, Chubut. Foto Soledad Leonardi

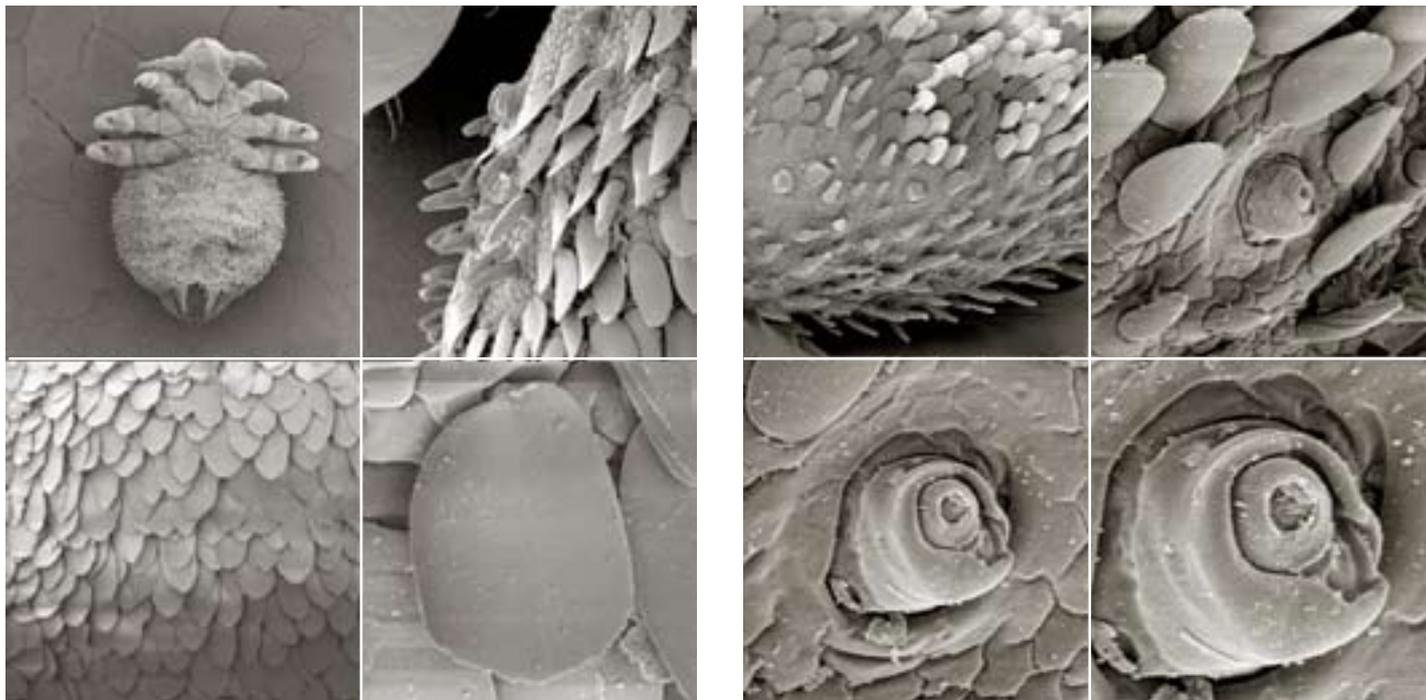


Figura 2 (izquierda). Fotografías del piojo *Antarctophthirus microchir*, que parasita el lobo marino común o de un pelo (*Otaria flavescens*), tomadas con microscopio electrónico de barrido de la Universidad de Valencia con diferentes aumentos. El insecto que se ve entero mide unos 2,5mm de largo, por lo que aquí aparece aumentado aproximadamente doce veces. Adviértanse el detalle de las escamas que recubren su cuerpo y la disposición que toman. Cada escama mide unos 0,06mm (o 60 micrómetros): el cuadrado de la foto inferior izquierda tiene en la realidad aproximadamente 0,3mm de lado y el de la inferior derecha, unos 0,07mm (o 70 micrómetros).

Figura 3 (derecha). Detalle de los espiráculos especializados del insecto de la figura anterior. El aumento de las fotos tomadas con microscopio electrónico de barrido de la Universidad de Valencia crece de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: lo que se ve en la vista general de los espiráculos, arriba a la izquierda, mide unos 0,46mm de lado, mientras lo que se ve en la imagen de abajo a la derecha, que muestra su sistema de cierre, exclusivo de los piojos de focas y lobos marinos, mide unos 30 micrómetros de lado (0,03mm).

Vivir bajo el mar

Los pinnípedos pasan gran parte de su vida en el mar. Alternan sus estadias marinas con períodos en tierra para descansar, mudar de pelo y reproducirse. Para los piojos, lo determinante es si el pelaje del hospedador se moja durante las inmersiones. Así, los lobos marinos finos o lobos de dos pelos (*Arctocephalus* spp., en inglés *fur seals*, figura 1) ofrecen un ambiente virtualmente terrestre a los piojos que los infectan, incluso cuando bucean, dado que una capa de pelos de guarda vuelve impermeable su pelaje. En cambio morsas, focas y lobos marinos comunes o de un pelo se mojan completamente, por lo que sus piojos se han adaptado a un estilo acuático de vida.

Sobrevivir sumergidos significa que los piojos deben tolerar bajas temperaturas, resistir el efecto de la presión, ser inmunes a la salinidad, respirar bajo el agua y encontrar la manera de reproducirse.

Morfología y fisiología

Los piojos adaptados a la vida acuática poseen tres características morfológicas exclusivas (figura 2): escamas,

orificios respiratorios o espiráculos con un sistema de cierre que activan cuando están bajo el agua (figura 3) y un exoesqueleto o cutícula de reducido espesor (la cutícula de *Antarctophthirus ogmorhini*, por ejemplo, es seis veces más delgada que la del piojo de cabeza humana, *Pediculus humanus capitis*). Se cree que la esbeltez de la cutícula favorece el intercambio de gases a través de ella, es decir, la respiración cutánea.

Si bien se especula que cuando están sumergidos los piojos respiran por su cutícula, la función de las escamas no está del todo clara. Algunos autores sugieren que operan como un plastrón, es decir, como una estructura que retiene aire y permite el intercambio de gases. Las escamas parecen ser lo suficientemente densas, en efecto, como para retener aire. Otros autores se inclinan por pensar que las escamas servirían para proteger la delgada cutícula y con ello evitar la desecación corporal del insecto cuando su hospedador está en tierra, sobre todo en lugares tan secos como la Antártida.

Nuestras observaciones indican que la abundancia de las poblaciones del primer estadio ninfal del piojo *Antarctophthirus microchir*, que no posee escamas, se reduce notablemente cuando las crías de lobo marino de un pelo, sus hospedadores principales, comienzan a nadar. De ello deducimos que



Figura 4. Ejemplar juvenil de elefante marino del sur (*Mirounga leonina*) en la playa atlántica de la península Valdés. Foto Damián Vales

Figura 5. Foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) nadando en aguas antárticas. Foto Aspence, Panoramio

CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS PIOJOS MARINOS Y DE SUS HOSPEDADORES, LOS PINNÍPEDOS

PIOJOS MARINOS

Reino: Animalia
 Filo: Arthropoda
 Clase: Insecta
 Subclase: Pterygota
 Infraclase: Neoptera
 Orden: Phthiraptera
 Suborden: Anoplura
 Familia: Echinophthiriidae

GÉNEROS, ESPECIES Y, ENTRE PARÉNTESIS, SUS HOSPEDADORES

Familia Echinophthiriidae

Antarctophthirus

Antarctophthirus callorhini (lobo marino fino del norte)
Antarctophthirus lobodontis (foca cangrejera y la foca leopardo)
Antarctophthirus mawsoni (foca de Ross)
Antarctophthirus microchir (lobos marinos comunes o de un pelo)
Antarctophthirus ogmorhini (foca de Weddell)
Antarctophthirus trichechi (morsas)

Familia Pediculidae

Pediculus humanus (piojo de humanos)

Lepidophthirus

Lepidophthirus macrorhini (elefante marino del sur)
Lepidophthirus piriformis (focas monje)
Lepidophthirus rauschi (nutrias)

Echinophthirus

Echinophthirus horridus (focas árticas)

Proechinophthirus

Proechinophthirus fluctus (lobo marino fino del norte)
Proechinophthirus zumpti (lobos marinos finos o de dos pelos)

PINNÍPEDOS

Reino: Animalia
 Filo: Chordata
 Clase: Mammalia
 Subclase: Theria
 Infraclase: Placentalia
 Orden: Carnivora
 Suborden: Caniformia
 Familia: Otariidae

Familia Otariidae

Phocarctos hookeri (lobo marino de Nueva Zelanda)
Neophoca cinerea (lobo marino de Australia)
Eumetopias jubatus (lobo marino de Steller)
Zalophus californianus (lobo marino de California)
Otaria flavescens (lobo marino común o de un pelo)
Arctocephalus spp. (lobos marinos finos o de dos pelos)
Callorhinus ursinus (lobo marino fino del norte)

Familia Phocidae

Mirounga leonina (elefante marino del sur)
Monachus spp. (focas monje)
Leptonychotes weddellii (foca de Weddell)
Lobodon carcinophaga (foca cangrejera)
Ommatophoca rossi (foca de Ross)
Phoca spp. (focas árticas)
Hydrurga leptonyx (foca leopardo)
Halichoerus grypus (foca gris)
Cystophora cristata (foca de capucha)
Erignathus barbatus (foca barbuda)

Familia Odobenidae

Odobenus rosmarus (morsa)

las escamas tienen una función significativa en la supervivencia bajo el agua de estos insectos, lo cual no excluye que los puedan también proteger expuestos al aire.

El ciclo reproductivo

Los huevos de los piojos no sobreviven en el agua y, por ende, no se produce la eclosión de las ninfas en el mar. Esto constituye una restricción importante para los insectos, dado el largo tiempo que los pinnípedos pasan sumergidos. Por tal razón, aquellos disponen de corto tiempo para reproducirse, que se limita al lapso que sus hospedadores pasan en tierra. Encuentran así limitado el número de generaciones sucesivas que pueden procrear sin interrupción.

Un adulto de elefante marino del sur (*Mirounga leonina*, figura 4), cuyos apostaderos en la península Valdés son bien conocidos, permanece en tierra alrededor de ocho semanas durante la temporada reproductiva, y después lo hace por alrededor de cuatro semanas para mudar de pelo. Las crías quedan en tierra tres semanas con sus madres, y otras seis después del destete, hasta que empiezan a nadar. El piojo de la especie *Lepidophthirus macrorhini*, que parasita a ese fócido, produce una generación en veintidós días, de suerte que la muda de pelo del elefante marino le da

tiempo de procrear dos generaciones, y la temporada reproductiva, tres o cuatro.

En el caso de la foca de Weddell (figura 5), solo las crías pasan suficiente tiempo en tierra para que se reproduzcan sus piojos: aproximadamente cuarenta días. Estos, de la especie *Antarctophthirus ogmorhini*, tienen un tiempo generacional entre tres y cuatro semanas, lo que permite el nacimiento de dos generaciones. Algo similar ocurre con el piojo *Antarctophthirus microchir* (figura 6), que vive en la Patagonia sobre el lobo marino común o de un pelo (figura 7). Solo puede reproducirse en las crías del mamífero y dispone de un mes hasta que estas comienzan a nadar. Como el ciclo reproductivo del insecto insume tres semanas, solo se garantizan dos generaciones.

Los ciclos de vida de los piojos de los pinnípedos no son particularmente cortos. Los piojos de los ratones, por ejemplo, completan su ciclo vital en dos semanas. ¿Por qué en los piojos acuáticos no pasa lo mismo? Es probable que la evolución haya tomado en estos otro rumbo reproductivo: un tiempo generacional más largo, que permite que las hembras sean más grandes y puedan poner más huevos, lo que en las circunstancias de estos insectos habría sido más efectivo para asegurar la propagación de la especie.

En síntesis, los piojos de la familia *Echinophthiriidae* son de los pocos insectos que han colonizado exitosamente el

Figura 6. Macho (izquierda) y hembra del piojo *Antarctophthirus microchir*. Los ejemplares fueron tomados de crías de lobo marino común o de un pelo (*Otaria flavescens*). La imagen muestra los insectos aumentados aproximadamente 30 veces: el macho mide unos 2mm, y poco más de 3mm la hembra.





medio marino, para lo cual la evolución los ha dotado de exclusivas adaptaciones morfológicas y fisiológicas. Pero esa colonización les resultó posible gracias a que sus hospedadores no se independizaron completamente del medio terrestre. Al conservar una fase terrestre en sus ciclos vitales, los pinnípedos dieron también a sus pijos una oportunidad para seguir reproduciéndose, como lo habían estado haciendo por millones de años. 

Figura 7. Crías de lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) en enero, fotografiadas en la colonia reproductiva de punta León, sobre el Atlántico cerca de la boca del golfo Nuevo, en Chubut. Foto MS Leonardi

■ GLOSARIO ■

Parásito: organismo que vive en o sobre otro organismo vivo, obtiene de él parte o todo su alimento, comúnmente exhibe algún grado de modificación adaptativa a ese hábitat y causa algún daño a su hospedador. Según viva fuera o dentro del organismo hospedador, se lo llama respectivamente *ectoparásito* o *endoparásito*.

Hospedador: organismo sobre o en el que vive un parásito de modo transitorio o permanente. Suele también llamarse *huésped*.

Parasitosis: enfermedad ocasionada al hospedador por el parásito. También presencia de este en aquel.

Parasitismo: interacción ecológica de dos especies entre las cuales existe una dependencia metabólica y fisiológica por la que el parásito aprovecha parte de la energía del hospedador, generalmente sin matarlo.



María Soledad Leonardi

Licenciada en ciencias biológicas, Universidad Nacional de Mar del Plata.
Becaria doctoral del Conicet.



Enrique A Crespo

Doctor en ciencias biológicas, UBA.
Investigador principal del Conicet.
Profesor titular de ecología, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.



Francisco Javier Aznar

Doctor en ciencias biológicas, Universidad de Valencia.
Catedrático, Universidad de Valencia.
Director. Unidad de Zoología Marina, Instituto Cavanilles.

■ LECTURAS SUGERIDAS ■

AZNAR F *et al.*, 2009, 'Population dynamics of *Antarctophthirus microchir* in pups from South American sea lion, *Otaria flavescens*, in Northern Patagonia', *Journal of Parasitology*, 136, 3: 293-303.

KIM KC, 1985, *Coevolution of parasitic arthropods and mammals*, John Wiley & Sons, Nueva York.

MEHLHORN B, MEHLHORN H & PLÖTZ J, 2002, 'Light and scanning electron microscopical study on *Antarctophthirus ogmorhini* lice from the Antarctic seal *Leptonychotes weddellii*', *Parasitology Research*, 88, 7: 651-660.

MURRAY MD, 1987, 'Arthropods. The pelage of mammals as an environment', *International Journal of Parasitology*, 17: 191-195.



Juan Antonio Raga

Doctor en ciencias biológicas, Universidad de Valencia.
Profesor titular, Universidad de Valencia.
Investigador, Unidad de Zoología Marina, Instituto Cavanilles.