

Índice

- 2** **EL METEORITO CÁPERR**
por Isabel Giraudo de Lucio
- 9** **RESEÑA DE LIBRO**
NOSOTRAS SOMOS ELLAS. CIEN AÑOS DE HISTORIAS DE MUJERES EN LA PATAGONIA
por Carolina Biscayart
- 10** **REPORTAJE**
EDMUNDO LARRIEU
- 20** **FIOFÍO SILBÓN: EMBAJADOR PATAGÓNICO**
por Víctor R. Cueto, Susana P. Bravo, Cristian A. Gorosito y Alan Fecchio
- 28** **LARVAS COMO SEÑALES DEL PASADO**
por Natalia N. Williams
- 40** **DESDE LA PATAGONIA**
HIDRÓGENO VERDE PARA NUESTRA TRANSICIÓN
por Leonardo Salgado
- NUEVA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**
por Roberto D. García y Melisa Blackhall
- 46** **MUSGOS, SUS PARIENTES Y ASOCIADOS**
por Agustina C. Cottet
- 54** **EL SECRETO DE LOS ÁRBOLES**
por Sofía Crescio y Astrid L. Ebrecht
- 60** **CIENCIA AL PASO**
AVATARES DE UNA FECHA SINGULAR
por Jason Garner y José Benclowicz
- 62** **TESIS**
POLINIZACIÓN Y RENDIMIENTO: EL POTENCIAL OCULTO DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA
por Nahuel Aizen
- 64** **EN LAS LIBRERÍAS**
ARTE: Surandes

UN GALOPE DE LUZ CRUZANDO EL CIELO AUSTRAL

EL METEORITO CÁPERR

Una guanaca resplandeciente irrumpiendo en carrera a través del cielo e impactando profundamente en el espíritu *aonikenk*. Un meteorito metálico que cayó en la Patagonia envuelto en leyendas.

Isabel Giraud de Lucio

ASTRONOMÍA

Cuando en 1869 el explorador británico George Musters recorrió la Patagonia acompañando a un grupo de nativos *aonikenk*, al atravesar un sitio cuyo nombre transcribe como "Yaiken Kaimak", ellos le refirieron que, a unas leguas al este de ese lugar, en medio de un llano desierto, había una masa de hierro que era considerada sagrada, objeto de su veneración y respeto. En su relato Musters interpreta que, según la descripción que le hacen sus informantes, esa masa metálica podía ser un meteorito.

Investigadores que posteriormente tuvieron contacto con miembros de esa comunidad, que guardaban memoria de los mitos ancestrales de su cultura, como Federico Escalada, y Mario Echeverría Baleta, refieren que ese meteorito se encontraba en un paraje al que llamaban Cáper, o Cáper Aike, y que era considerado como la corporización de un ser femenino sobrenatural, proveniente del comienzo de los tiempos, que cruzó los cielos en rauda carrera bajo la forma de una reluciente guanaca blanca, seguida por su pequeño hijo, tan blanco y resplandeciente como ella. El relato agregaba que el pequeño guanaquito cayó en una laguna y se hundió rápidamente en ella, ante los ojos de su desesperada madre, que no pudo rescatarlo. Así, en el dolor y la angustia por la pérdida de su hijo, ese ser sobrenatural, al que llamaban Taamta, entonó un cántico desgarrador en tanto se convertía en la masa

metálica del meteorito. Ese mágico lamento reiteraba "hierro de mi sangre, hierro de mi ser". Los nativos consideraban que Taamta, a quien evocaban con emoción entonando ese canto, era su antepasado remoto, hierro celestial que vibraba en sus venas, configuración de una identidad colectiva de fortaleza, resistencia, raigambre telúrica y procedencia estelar. Mítica conjunción de cielo y tierra, hierro y estirpe, sangre primigenia y fuerza ancestral.

Leyendo detrás de la niebla poética del mito, podemos intuir que los antepasados de los informantes presenciaron la caída del meteorito, y encontraron expresión para la luminosidad del bólido en la figura de una resplandeciente guanaca, al tiempo que tradujeron la velocidad de su pasaje por la atmósfera en una rauda carrera. También, que el probable fraccionamiento en un fragmento mayor y otro menor, se reflejó en la vinculación genética entre madre e hijo, y que la desaparición del fragmento menor en una laguna, se expresó en la pérdida irreparable y el dolor. Y, finalmente, que la masa de hierro dio soporte emblemático a la fortaleza de un pueblo que, como el metal, se asumía de una estirpe capaz de sobrevivir a las inclemencias del clima patagónico.

Sobreviviendo a catástrofes

Cáper es un meteorito formado casi exclusivamente por metales, principalmente hierro y níquel. Los meteoritos metálicos, llamados también sideritos, son fragmentos desprendidos de asteroides metálicos, procedentes, a su vez, de núcleos remanentes de protoplanetas formados muy tempranamente en el Sistema Solar interno, en donde hoy orbitan los planetas rocosos.

A pocas unidades astronómicas (ver Glosario) del Sol, y a menos de un millón de años del comienzo del Sistema Solar, los cuerpos orbitantes que concentraron materia sólida alcanzando tamaños de decenas a cientos de kilómetros de diámetro, adquirieron altas temperaturas como consecuencia de la desintegración de elementos radiactivos de corta vida (ver Glosario), como el ^{26}Al y el ^{60}Fe .

Palabras clave: *aonikenk*, mito, octaedrita, siderito, Taamta.

Isabel Giraud de Lucio¹

Licenciada en Filosofía y en Geología
pedrasdepatagonia@gmail.com

¹ Museo de Piedras Patagónicas. Mallín Ahogado, Ruta Provincial 86, El Bolsón, Río Negro.

2

Recibido: 18/09/2022. Aceptado: 20/03/2023.

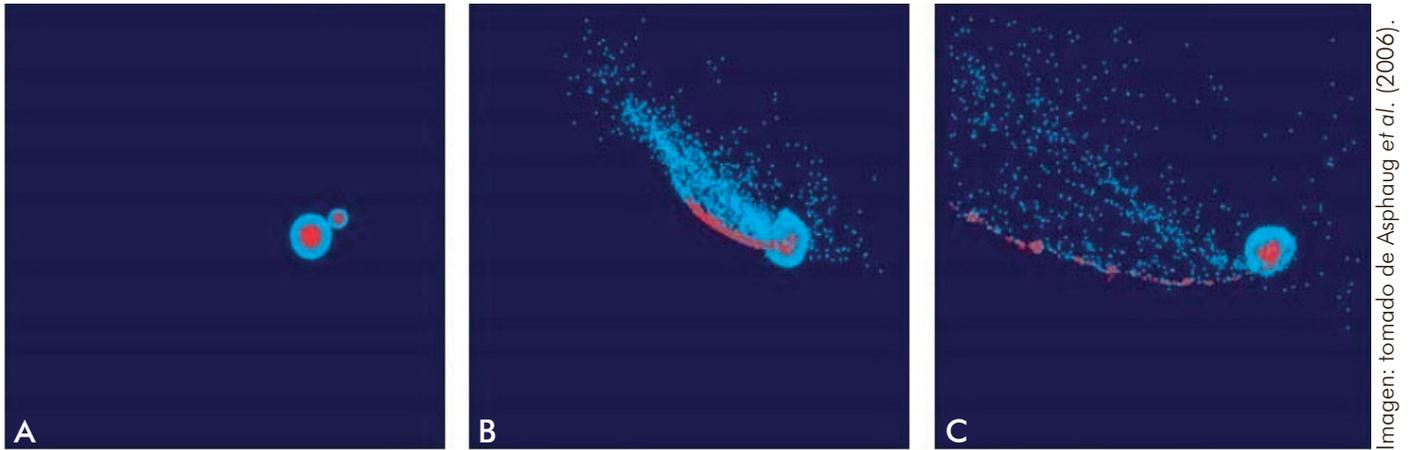


Imagen: tomado de Asphaug et al. (2006).

Figura 1. Modelo de colisión entre embriones planetarios que termina en desintegración catastrófica. Los embriones planetarios están diferenciados en un manto (cubierta externa, en celeste) y un núcleo metálico (centro interno, en rojo). Las velocidades del impacto son las típicas de las de formación de los planetas terrestres. La masa del cuerpo impactado es un décimo de la masa de la Tierra actual y la del cuerpo impactante un décimo de la del cuerpo impactado. A) Antes, B) durante, y C) tres horas después de la colisión. Como resultado, el núcleo del cuerpo impactante queda reducido a una sarta de pequeños cuerpos metálicos, en tanto que la mayor parte del manto se disgrega.

Al alcanzar temperaturas cercanas a los 1.000°C , se habrían comenzado a fundir metales asociados a sulfuros, y esos fundidos se habrían abierto paso hacia la parte más interna, arrastrados por la gravedad, dada su mayor densidad. Con un posterior incremento de la temperatura, también se habrían fundido silicatos (ver Glosario). En los cuerpos que alcanzaron un grado de fusión generalizada, a unos 1.700°C , se habría producido la completa diferenciación por gravedad, dando lugar a la estructuración en capas, propia de los planetas rocosos similares a la Tierra. Estos planetas constan de un núcleo central formado mayormente por metales (con densidades cercanas a los $7,8\text{ g/cm}^3$), un manto que lo envuelve, compuesto por silicatos densos (con densidades entre $3,3$ y $4,3\text{ g/cm}^3$), y una corteza externa formada por silicatos menos densos (con densidades cercanas a los 3 g/cm^3 , o aún menores).

En tanto las órbitas de esos cuerpos protoplanetarios, o "embriones planetarios" no eran todavía estables, las colisiones entre ellos debieron ser muy frecuentes. Algunas de esas colisiones, consideradas "exitosas", terminaron formando los grandes planetas, en tanto cuerpos mayores fueron adicionando a sus masas cuerpos menores. Otras, sin embargo, debieron concluir en desintegraciones catastróficas, en las que la mayor parte del manto se habría desmembrado en innumerables fragmentos permaneciendo sólo el núcleo más o menos íntegro, o en forma de grandes trozos, por la mayor cohesión de la masa metálica.

Los modelos matemáticos sugieren que las colisiones exitosas que permitieron formar planetas y asteroides diferenciados fueron la excepción, en tanto que la regla fue la desintegración catastrófica (ver Figura 1). Los remanentes metálicos de esas colisiones catastróficas son los asteroides metálicos que hoy orbitan en el

cinturón principal, y algunos que, desestabilizados posteriormente por la interacción gravitacional con el planeta Júpiter, adquirieron órbitas altamente anómalas que pueden interceptar a la de la Tierra y eventualmente colisionar con su superficie como meteoritos.

Geometrías siderales

En el meteorito Cáper, el porcentaje de hierro es casi del 90%, y el de níquel, de un 9%. Hay también un 0,5% de cobalto y pequeños porcentajes de fósforo, iridio y otros elementos metálicos y no metálicos. Los metales mayoritarios, hierro y níquel, se encuentran en forma de cristales de kamacita y taenita, dos aleaciones naturales. Hay también, en cantidades muy menores, otra aleación de esos mismos, plessita. El níquel y el hierro son átomos bastante similares en cuanto a estructura atómica y tamaño (ver Figura 2). Cuando estos metales cristalizan, lo hacen con parámetros de simetría cúbica, aunque difieren un poco en la disposición de sus redes cristalinas elementales (ver Figura 3). Mientras que el níquel forma cristales acomodando sus átomos en redes espaciales de simetría centrada en las caras del cubo, el hierro lo

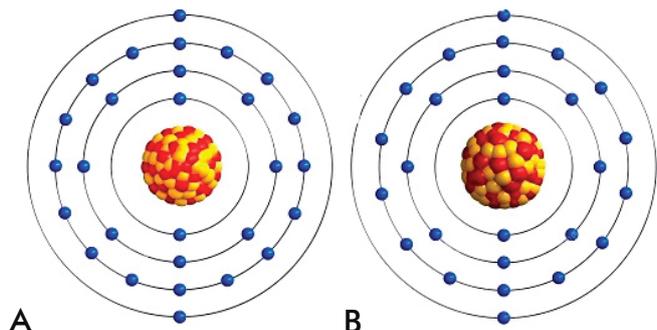


Figura 2. A) Átomo de níquel, constituido por 28 protones, 31 neutrones y 28 electrones. B) Átomo de hierro, constituido por 26 protones, 30 neutrones y 26 electrones.

3

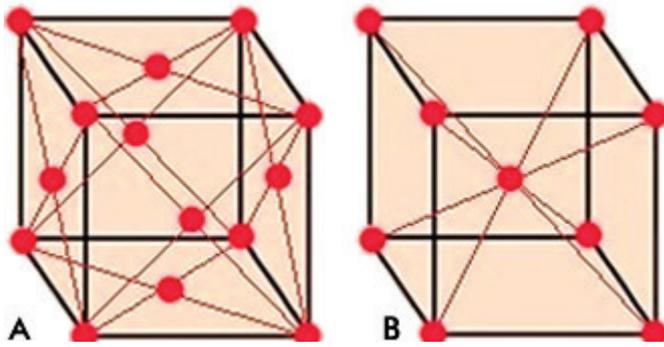


Figura 3. A) Estructura cristalina del níquel. Se puede observar la simetría cúbica centrada en las caras. B) Estructura cristalina del hierro, con simetría cúbica centrada en el cuerpo.

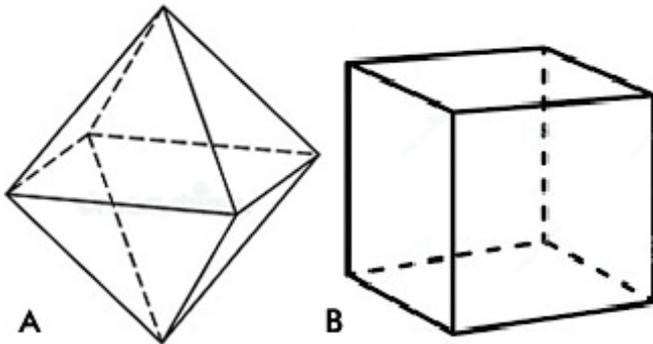


Figura 4. A) El octaedro es un cuerpo geométrico delimitado por ocho caras congruentes en forma de triángulos equiláteros. B) El cubo o hexaedro es un cuerpo geométrico delimitado por seis caras cuadradas congruentes.

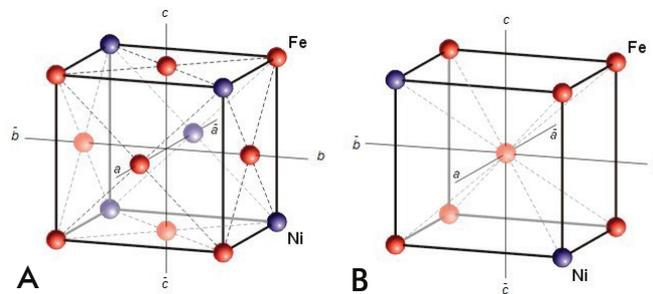


Figura 5. Estructura cristalina de A) la taenita, con simetría cúbica centrada en las caras y B) la kamacita, con simetría cúbica centrada en el cuerpo. Las esferas rojas representan los átomos de hierro y las azules los átomos de níquel.

hace en redes espaciales de simetría centradas en el cuerpo cúbico. Por esta configuración de sus estructuras cristalinas, el níquel forma cristales octaédricos, en tanto el hierro forma cristales hexaédricos o cúbicos (ver Figura 4).

En un fundido metálico de hierro y níquel, en el interior de un cuerpo protoplanetario, a medida que la temperatura comienza a descender, la primera en cristalizar es la fase taenita, la más rica en níquel (con un 27% a un 65% de este elemento), que forma cristales octaédricos (como los cristales de níquel). Luego, en tanto la temperatura sigue descendiendo, en tiempos que se miden en cientos de miles a millones de años,

empieza a desarrollarse la fase kamacita (con un 5% a un 7,5% de níquel, en núcleos de cristales intercrecidos con taenita). La kamacita, que cristaliza formando hexaedros o cubos (como el hierro), debe adaptar la distribución espacial de sus átomos a la disposición de la estructura octaédrica (ver Figura 5). La diferente estructuración cristalográfica de las dos fases hace que la kamacita se disponga como delgadas laminillas orientadas sobre las caras octaédricas de la taenita (ver Figura 6).

Cuando el porcentaje total de níquel presente en el fundido no excede el 6% o 7%, pasa a imponerse el patrón de cristalización hexaédrico de la kamacita, y los meteoritos metálicos así formados se denominan "hexaedritas". Pero cuando el porcentaje de níquel del fundido sobrepasa ese valor, el patrón general termina por ser octaédrico, como el de la taenita, y los meteoritos metálicos que conservan esta estructura se denominan "octaedritas". En ellas, como Cáper, la presencia de kamacita se manifiesta en delgadas laminillas intercaladas en la superficie de los cristales octaédricos de taenita. Esta yuxtaposición produce un particular diseño conocido como "patrón de Widmanstätten", nombrado así en homenaje a uno de sus descubridores (ver Figura 7). Este singular arreglo espacial se visualiza como un patrón geométrico que varía según la posición del plano en que se corta el meteorito, ya sea si es paralelo a las caras cristalinas del octaedro, o bien si las intercepta con diferentes ángulos (ver Figura 8). En la octaedrita Cáper, según se menciona en el Manual de Meteoritos Metálicos (*Handbook of Iron Meteorites*), las bandas de kamacita tienen un grosor de un milímetro (ver Figura 9).

Trazas indicadoras

Cáper fue el primer meteorito de la Patagonia en ser estudiado. En un trabajo realizado por Lazarus Fletcher, y publicado en Londres en 1899, se resalta su composición mayoritaria de kamacita y taenita, y su estructura octaédrica, visualizada en el patrón de Widmanstätten. Se menciona asimismo la presencia de inclusiones de schreibersita, (un fosfuro de hierro y níquel), un mineral rara vez hallado en rocas terrestres, aunque también encontrado en ocasiones en otros meteoritos metálicos, como en el conocido meteorito argentino de Campo del Cielo.

Hacia fines del siglo XIX, los meteoritos metálicos eran clasificados en función de su composición en elementos mayoritarios, hierro y níquel, y por su estructura interna, octaédrica o hexaédrica, y si no se hallaba estructura visible, se los denominaba "ataxitas" (ver Glosario). También se analizaba la presencia de fosfuros, sulfuros y/o carburos (ver Glosario). Pero, a partir de 1950, cobró fuerza la idea de que los llamados "elementos traza", elementos que se encuentran en muy bajas concentraciones y que normalmente se miden en partes

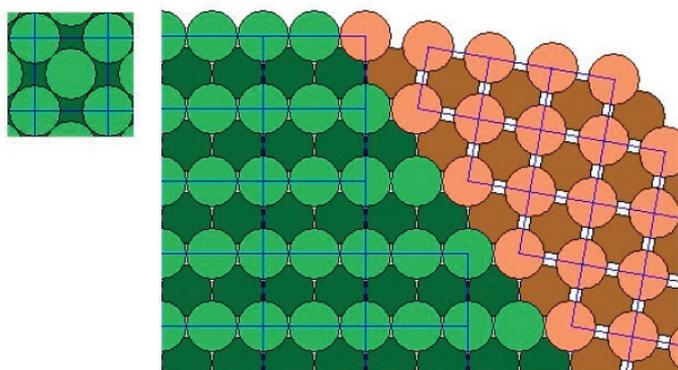


Figura 7. Estructura de Widmanstätten en la superficie de un meteorito metálico.

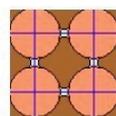


Figura 6. Esquema que grafica cómo se intercrecen taenita (izquierda, redes espaciales cúbicas centradas en las caras) y kamacita (derecha, redes espaciales cúbicas centradas en el cuerpo).

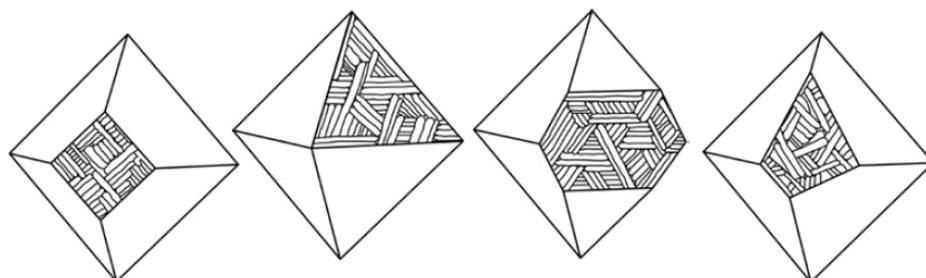


Figura 8. Según la dirección del plano de corte, el diseño de Widmanstätten adquiere diferentes perspectivas. A la izquierda se muestra un esquema para un corte en dos direcciones, las dos figuras centrales, para tres direcciones y a la derecha, para cuatro direcciones.

por millón, pudieron haber tenido una distribución no homogénea en la nebulosa protosolar, esa nube de polvo y gas en cuyo centro se condensaba el protosol y en cuya periferia se formaban los protoplanetas. Varias líneas de investigación conducían a la idea de que algunos procesos acaecidos en la nebulosa temprana habrían producido el fraccionamiento de los elementos traza, en especial, los más volátiles, dando por resultado distintas concentraciones en diferentes regiones de la nebulosa.

Por otra parte, en los procesos de fusión, los elementos adquieren gran movilidad, y tienden a distribuirse en proporciones idénticas en todo el fundido. Y en tanto se considera que los meteoritos metálicos provienen de cuerpos que pasaron por procesos de fusión generalizada, resulta coherente suponer que meteoritos provenientes de un mismo cuerpo de origen deberían tener idénticas proporciones de elementos traza. De este modo, se postuló que, si en el análisis de las proporciones de elementos traza en los distintos meteoritos metálicos se detectaban variaciones, estos datos podrían ser indicadores de diferentes lugares de formación dentro de la nebulosa, y, a la inversa, idénticas proporciones de estos elementos estarían denotando un único cuerpo

de procedencia, o, al menos, un lugar de formación muy cercano dentro de la nebulosa. A partir de esta hipótesis se comenzaron a estudiar las proporciones de galio (Ga) y germanio (Ge), por ser elementos traza relativamente volátiles, y que, en condiciones de fusión, migran junto al hierro.

En función de las proporciones de estos elementos, se distinguieron cuatro grupos de meteoritos metálicos, que fueron designados con los números romanos del I al IV. Las proporciones entre miembros de un mismo grupo exhibían diferencias no mayores a dos veces y media entre sí, en tanto que los diferentes grupos presentaban diferencias entre mil y diez mil veces unos de otros.

Más tarde, con el perfeccionamiento de las técnicas de análisis, se profundizó la investigación de otros elementos traza tales como iridio (Ir), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), arsénico (As), antimonio (Sb), wolframio (W), renio (Re), platino (Pt) y oro (Au). Como resultado se obtuvo una caracterización más precisa, y los cuatro grupos originales fueron reordenados en nuevos grupos, a los que se denominó conservando el número romano inicial, y agregando una o dos letras mayúsculas, de la A a la G. Con esta redefinición, al presente se reconocen 14 grupos diferentes de

meteoritos metálicos, y se entiende que los miembros de cada grupo proceden de un mismo cuerpo asteroidal de origen. Por su composición en cuanto a elementos mayoritarios y elementos traza, a Cáper se lo incluye en el grupo más grande, clasificado como IIIAB, con unos 230 miembros.

Modelado atmosférico

El meteorito Cáper tiene un peso de unos 113 kg, sus dimensiones son 46 cm de largo, 32 cm de ancho, y 25 cm de altura, y su superficie está moldeada por regmaglitos. Los regmaglitos son relieves negativos suavemente cóncavos que se asemejan a la impresión de pulgares sobre una masa de plastilina, producidos por ablación térmica durante la caída de un meteorito.

Durante el pasaje por la atmósfera, debido a las grandes velocidades en las que se desplaza un cuerpo procedente del espacio exterior que ingresa en la atmósfera, el aire ofrece una resistencia enorme y la fricción hace que la superficie del cuerpo meteórico se caliente hasta miles de grados y comience a brillar. Las corrientes de aire con las que choca van arrancando sustancias volatilizadas por las altas temperaturas, diseminándolas en forma de vapores y diminutas gotas, y las huellas de esa extracción de materiales quedan marcadas como esas concavidades definidas como regmaglitos (ver Figura 9). Además, en el interior de

algunas de ellas, quedaron preservados restos de costra de fusión. Cuando el cuerpo en caída alcanza las capas inferiores de la atmósfera, en tanto disminuyen la velocidad y el calor por la mayor resistencia del aire, en la superficie de la masa que sobrevivió a la ablación térmica, pueden quedar restos de sustancias que alcanzaron puntos de fusión pero que no llegaron a volatilizarse. Estas sustancias quedan retenidas como una capa oscura y en parte vidriosa de unos 0,3 a 1 mm de grosor, que se denomina costra de fusión.

A la búsqueda del meteorito

Al publicarse el escrito del viajero Musters, Francisco P. Moreno, fundador y director del Museo de Ciencias Naturales de La Plata, tomó conocimiento de la existencia de ese meteorito, y se propuso conseguirlo para el Museo. Y según relata en su reporte de una "excursión a los territorios del Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz" realizada en 1896, después de alcanzar el lago Buenos Aires, ya de regreso, y al cabo de atravesar la confluencia del río Chalia con el río Mayo, logró llegar hasta el sitio en el que se encontraba el meteorito Cáper, con la intención de examinarlo y recogerlo (ver Figura 10). Moreno no logró llevárselo en esa ocasión, pero, a su regreso, encomendó a uno de sus colaboradores, Julio G. Koslowsky, la tarea de conseguirlo.



Figura 9. Regmaglitos en el meteorito Cáper.

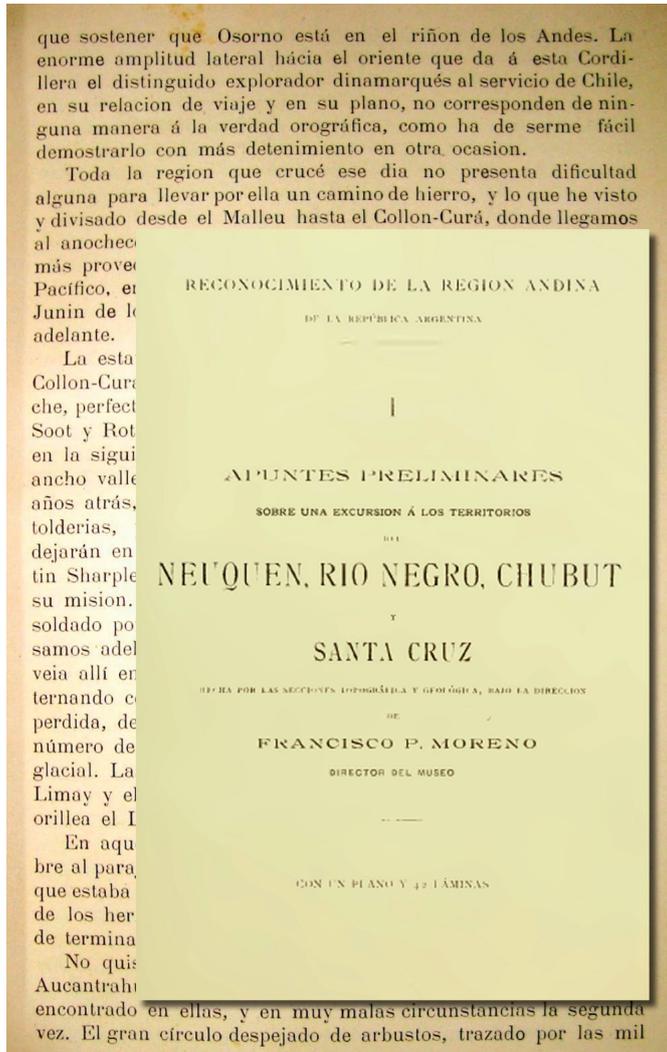


Figura 10. Apuntes preliminares sobre una excursión a los territorios del Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz, del perito Francisco P. Moreno, de 1897.

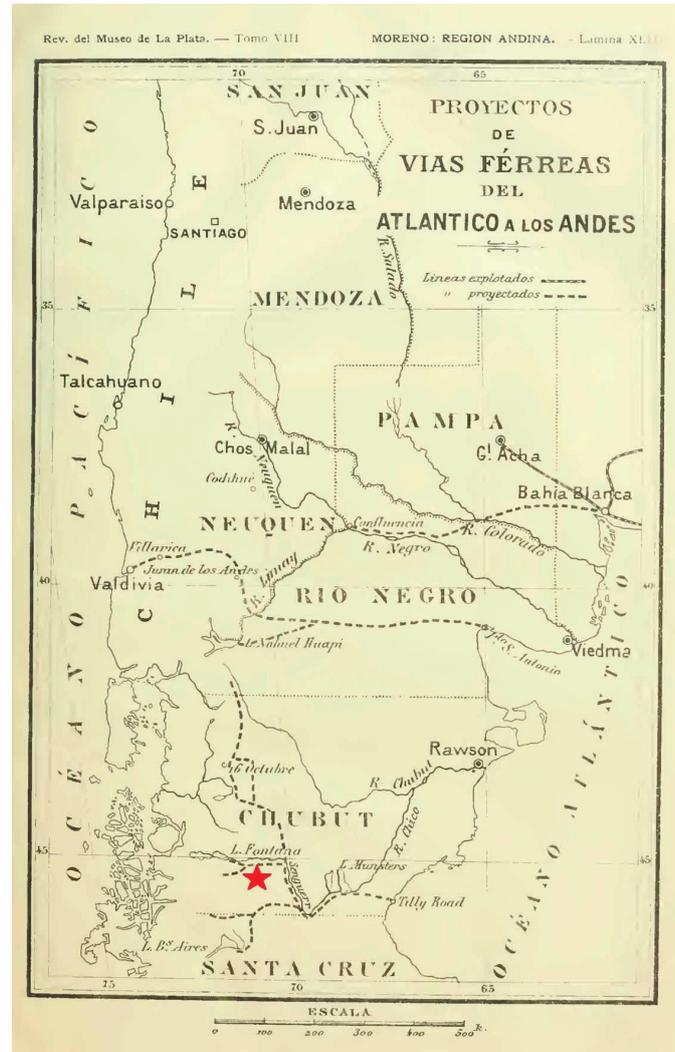


Figura 11. Ubicación del lugar de caída del meteorito Cáperr, en el mapa que utilizaba Moreno (estrella), 45°18' - 70°12' W (Escalada, 1949).

Para entonces, el paradigma epistemológico predominante era un positivismo eurocéntrico que consideraba a los valores míticos y culturales de los pueblos originarios como meras supersticiones, expresiones que evidenciaban primitivismo, ignorancia e inferioridad intelectual. Dentro de esa concepción, entendían que la medición de los cráneos de los nativos les podía brindar mayor información para comprender su identidad que el conocimiento de su idioma y del universo semántico y cultural en que habitaban. Sin dimensionar la definición de identidad y de sentido existencial que el meteorito tenía para el espíritu *onikenk*, Koslowsky partió hacia la Patagonia en su consecución, munido de un croquis del lugar confeccionado por Moreno y de la firme decisión de conseguirlo a cualquier precio. Le costó recabar información por parte de los nativos, que ya sospechaban su intención de llevárselo. Finalmente, según refiere Federico Escalada en base a informes directos posteriores, logró sobornar con cien pesos,

a un nativo llamado Chaiuy, quien, a cambio de esa suma, le señaló el lugar exacto en el que se encontraba el meteorito, lugar al que el mismo Koslowsky referencia como "una pampa, entre el río Senguerr y la meseta de Kantaush". El dolor y la furia cundió entre los nativos cuando angustiosamente tomaron conciencia de que Koslowsky y su compañero, Teodoro Arneberg, se habían llevado el meteorito. Casi matan a Chaiuy y lo cubrieron de maldiciones e imprecaciones, lo que lo llevó a enloquecer y a vagar en soledad y delirio, y a morir al poco tiempo, despeñado por un barranco. El daño era ya irreparable.

Cáperr, un objeto histórico

Desde 1896 el meteorito Cáperr forma parte de las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Hoy su masa principal se encuentra exhibida en una sala introductoria al recorrido del Museo. En esa sala, junto a la recreación de un gabinete de trabajo

característico del siglo XIX, Cáperr se exhibe entre los considerados objetos históricos del Museo, y se lo consigna como donación de su fundador, el perito Francisco P. Moreno.

En enero de 1899, Moreno viajó a Londres en representación del Gobierno Argentino a presentar un informe geográfico a la comisión designada para establecer un arbitraje sobre los límites de Argentina y Chile. En esa oportunidad llevó consigo una réplica del meteorito y un pequeño fragmento de 78 g extraído por él de un extremo de la masa original, y presentó las piezas al Museo Británico para su examinación y análisis. Un primer informe de ese análisis fue reportado por Fletcher, en ese mismo año, y publicado en *Mineralogical Magazine*, donde se lo menciona como el primer meteorito hallado en la Patagonia, siendo esa latitud la más austral registrada hasta ese momento para un meteorito metálico. En el registro internacional de meteoritos metálicos, además de la masa principal presente en el Museo de la Plata, se consigna la existencia de pequeños fragmentos del meteorito Cáperr en otros museos, en el de Chicago, de 370 g, en el de Londres de 270 g, y en los de París, de Washington y del Vaticano, otros fragmentos menores. Presencias y ausencias. Hoy el meteorito Cáperr está preservado. Su leyenda, en cambio, parece desvanecerse en la bruma de los tiempos.

Resumen

El meteorito metálico Cáperr cayó en tiempos prehistóricos en la provincia de Chubut, y su caída fue presenciada por nativos *aonikenk*. Ellos lo preservaron con veneración y relataron su caída a través de un mito, modelado con dimensiones poéticas, simbólicas y antropogónicas. Los meteoritos metálicos son remanentes de núcleos de protoplanetas que se formaron y desintegraron en el Sistema Solar temprano. Su composición y estructura interna son de enorme interés para la ciencia planetaria. Desde 1896, el meteorito Cáperr forma parte de las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de La Plata, por decisión de su director y fundador, el perito Francisco P. Moreno.

Glosario

Ataxita: el término significa "sin estructura", y se lo utiliza para designar a los meteoritos metálicos en los que no hay una estructura visible, hexaédrica u octaédrica. Aunque la denominación se sigue utilizando, al presente resulta algo inapropiada, porque en microscopios de alta resolución sí se pone en evidencia una estructura cristalina.

Elementos radiactivos de corta vida: Se los denomina de "corta vida" porque su período de semidesintegración es de menos de un millón de años a pocos millones de años, esto es, en comparación con los isótopos radiactivos más conocidos, como uranio (U) y torio (Th), que tienen períodos de semidesintegración de cientos de miles a miles de millones de años. La emisión radiactiva siempre va acompañada por la emisión de calor.

Fosfuros, sulfuros, carburos: Compuestos de fósforo, azufre y carbono, respectivamente, con otros elementos, sin presencia de oxígeno ni hidrógeno.

Silicatos: Compuestos de silicio y oxígeno, o de silicio y oxígeno más otros elementos. Los silicatos son los minerales más comunes formadores de rocas.

Unidad astronómica: Unidad de longitud que equivale a la distancia media entre la Tierra y el Sol, y equivale a unos 150 millones de kilómetros.

Para ampliar este tema

- Buchwald, V. F. (1975). *Handbook of Iron Meteorites*. (Vol. 2 "Caperr", pp. 409). University of California Press.
- Echeverría Baleta, M. (1993). *Taamta. Leyenda del Meteorito*. Cuadernillos de Leyendas Tehuelches. Santa Cruz: Río Gallegos.
- Escalada, F. A. (1949). *El Complejo Tehuelche: Estudios de Etnografía Patagónica*. Buenos Aires: Instituto Superior de Estudios Patagónicos.
- Fletcher, L. (1899). On a mass of meteoric iron from the neighbourhood of Caperr, Rio Senguerr, Patagonia. *Mineralogical Magazine*, 12(56): 167-170.
- Giraud de Lucio, I. (2022). *Meteoritos: Un resplandor que ilumina el pasado remoto de nuestro Sistema Solar y de nuestro Planeta*. Buenos Aires: Imaginante.

RESEÑA DE LIBRO

Nosotras Somos Ellas. Cien años de historias de mujeres en la Patagonia.

Laura Méndez, Mónica de Torres Curth, Julieta Santos

Imágenes: Natalia Buch y Fernanda Rivera Luque

2023.

ISBN 978-987-86-7809-2. (versión digital)

ISBN 978-987-604-628-2. (versión impresa)

Editorial EDUCO, Neuquén, Argentina, 262 pp.

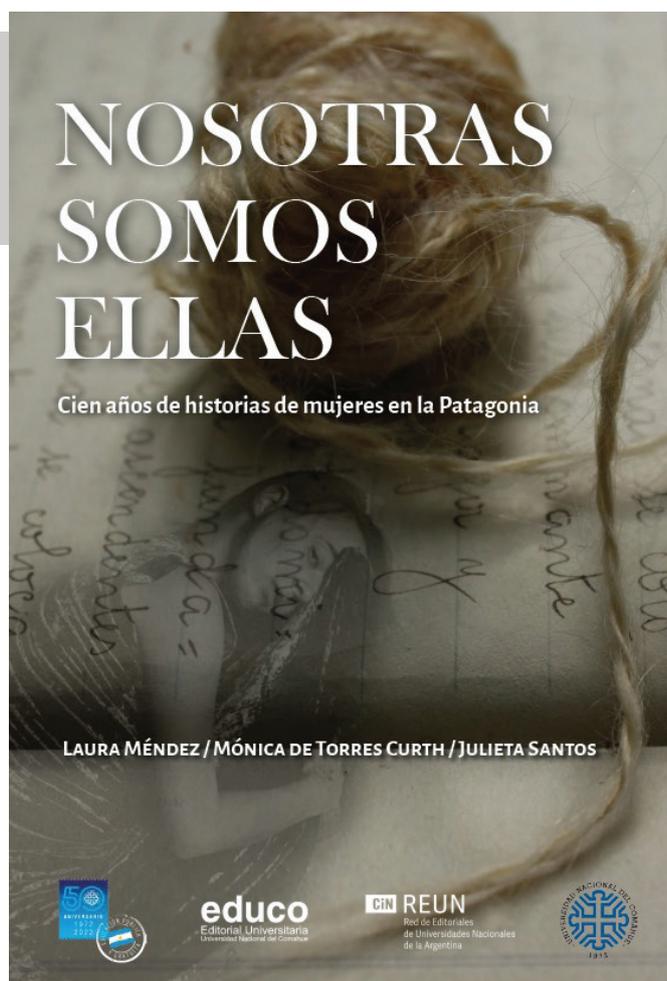
En español.

Reseña realizada por **Carolina Biscayart**

Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue

carobiscayart@gmail.com

Este libro fue labrado por mujeres para dar humanidad, emoción y belleza a este recorte histórico de 100 años de devenir de mujeres en Patagonia. La definición de labrar es: "Hacer en la tierra las labores necesarias para generar en ella plantas y semillas o para cuidar lo plantado y obtener frutos de ello". El lenguaje es también parte de la lucha donde se esparcen semillas de la transformación. Labrar es el verbo acertado para este trabajo multifacético y minucioso. Laura Méndez dice que el recuerdo simbólico de su abuela fue la punta del ovillo para el desarrollo del libro, puro rescate de la creación de nuestras ancestras. Intercalado con la lectura se llega a descansos de profundas imágenes, y aparece la idea que puso en el campo de la semántica Nicanor Parra con el antipoema: la idea de "artefacto artístico" que fue adquiriendo sentidos y utilizada en diversos campos del arte. La poeta Graciela Cros enuncia: "cada vez que me siento/a tal punto hipertensa/que debo ocultar a un robusto principio moral/para no salir a la calle/y patear metódicamente/a la gente/Entonces comprendo/que ha llegado la hora de construir/un artefacto (...). Una máquina verbal/construyo/un señuelo/escibo un poema." Este libro es, entonces, un "artefacto que respira". En el prólogo, Dora Barrancos contribuye a esta idea. No está solo la mente involucrada. El cuerpo se vuelve parte de la lectura (el pecho, los ojos, la piel, la postura, la temperatura, el ritmo de la respiración). El cuerpo, tremendo significante en las luchas feministas, irrumpe. Es más que un libro de historia. Es un cúmulo de voces, de vidas plasmadas trazando huellas, de retratos, de imaginarios femeninos y feministas. Es un rescate a la mujer en la línea del tiempo y del no tiempo. El arte se eleva con



la complejidad, engranaje de planos y concepciones; y esto aquí se pondera. Las citas textuales de mujeres para un momento histórico permiten mirar de cerca a sus vidas *in situ*, entrar en aquellos lugares, percibir olores, sentir fragilidad, fortaleza, miedo, incertidumbre, resonar con el propio instinto de supervivencia. Esos pasajes, junto a lúcidos cuentos y poemas, llenan de significados la narrativa histórica. El libro cimenta mundos y realidades paralelas, puestas en juego en el objetivo. Hay un pasado, pero este texto deja al descubierto que hay algo mucho más amplio en la construcción de las mujeres que no tiene tiempo, y -por no tenerlo- presenta una solidez implacable. Es colectivo, es empático, tiene una comprensión universal, dialéctica y a la vez territorial. El territorio es Patagonia. El territorio son mujeres habitando sus horas. El territorio es la resistencia, es la búsqueda de libertades e identidades. El territorio es el cuerpo, como agregaría también certeramente Rita Segato. Este tapiz de historia, voces, imágenes, cuento y poesía es un artefacto, una caja resonante de las mujeres que lo bordaron, que lo bordan y de las que lo bordarán. Es un tapiz que vence a la muerte. Es un hecho personal y colectivo.

Hidatidosis: la importancia del Estado en el control de las enfermedades

Reportaje

a **Edmundo Larrieu**

por **Gustavo Viozzi y Mónica de Torres Curth**

La hidatidosis es una enfermedad bastante común en las regiones de producción lanar en la Patagonia. En la provincia de Río Negro, se llevó a cabo durante más de cuarenta años, un programa de control encabezado por Edmundo Larrieu, médico veterinario que formó parte, hasta su jubilación, del Ministerio de Salud provincial. Para enterarnos sobre las características de esta enfermedad, en qué consistió el programa y el estado de situación actual, Desde la Patagonia conversó con él.

Desde La Patagonia (DLP): Contanos qué es la hidatidosis.

Edmundo Larrieu (EL): La hidatidosis es una enfermedad que hoy en día se denomina equinococosis quística. Es lo que se llama una enfermedad zoonótica, o sea, transmisible de los animales al hombre. En su ciclo de vida están involucrados los perros y los rumiantes. Desde el punto de vista de la salud pública, en nuestra zona patagónica, las ovejas y las cabras son las más importantes, pero también el cerdo, la vaca o el caballo pueden ser parte del ciclo de vida. El perro tiene un parásito en su intestino cuyo nombre científico es *Echinococcus granulosus* y puede llegar a tener miles de estos parásitos, que son pequeñas tenias que no le hacen nada. Junto con la caca el perro elimina un segmento del parásito que tiene unos ochocientos o novecientos huevos. Estos huevos contaminan el agua y las pasturas, y son ingeridos por las ovejas o las cabras. Desde el intestino de estos animales el parásito pasa a la circulación sanguínea y se va a ubicar en el hígado o el pulmón -las dos vísceras más importantes- donde empieza a crecer formando uno o varios quistes hidatídicos que van lesionando el órgano. A estos quistes los pobladores rurales los llamaban "vejigas de agua". Son como globitos de carnaval, bien duros, con líquido en su interior, que crecen hasta destruir la víscera. Dentro del quiste hay nuevos parásitos en estado de larvas, que se llaman protoescolices. Cuando el perro se come ese quiste hidatídico, en su intestino se van a generar parásitos en su forma adulta y con la capacidad de producir huevos. Así que el perro contamina a la oveja y la oveja al perro, con dos formas distintas del parásito: es el mis-



Imagen: gentileza de E. Larrieu.

Edmundo Larrieu fue Jefe de Zoonosis del Ministerio de Salud de Río Negro y vicepresidente de la Asociación Internacional de Hidatidología. Es Profesor Consulto de las cátedras de Epidemiología y Salud Pública en las carreras de Veterinaria de las Universidades de La Pampa y de Río Negro.

mo bicho, en un caso con forma de gusano chiquito y en otro caso con forma de quiste que, aunque parecen tan distintos, son básicamente lo mismo. Hasta ahí es un problema del perro y de la oveja. El problema es que el hombre, accidentalmente, se comporta como la oveja cuando está en contacto con perros parasitados. Estos huevos, que están en las heces caninas, pueden quedar en el pelaje del perro o en la zona perianal y pueden contaminar el agua, la comida, las manos de quien está con el perro. Entonces el parásito ingresa por la boca al organismo humano y hace lo mismo que en la oveja: se ubica en el hígado o pulmón -los dos órganos más frecuentes, pero puede ir a cualquier lado- y ahí empieza a crecer y puede generar un daño muy grande con el crecimiento de muchos años. Crece lento en general, aunque no siempre, y si no es tratado la persona puede llegar a morir. Esto es básicamente el ciclo de la enfermedad y como tal, si estamos hablando de perros y ovejas es una zoonosis que sobre todo afecta a las zonas rurales y a la zona productora de lanares. Por eso la Patagonia es una zona con mucha presencia de la enfermedad. Así que, resumiendo,



Imagen: gentileza de E. Larrieu.

para dejar los conceptos claros, es una enfermedad zoonótica transmitida por el perro, a través de algo que elimina con la materia fecal y donde el hombre se enferma por el contacto con perros parasitados.

DLP: ¿Puede haber, además, contagio persona a persona?

EL: No, felizmente no. La única forma que tiene un ser humano de enfermarse es ingiriendo huevos de *Echinococcus* liberados por el perro al ambiente. Como dato anecdótico te diría que las personas pueden participar del ciclo completo, o sea "hacer de oveja", lo cual es una rareza obviamente, pero ocurre en una tribu africana, los turcanos, que dejan los cadáveres en el desierto, a la intemperie -que es su forma de disponer los cadáveres- y entonces los perros puede llegar a ingerirlos, razón por la cual hay un ciclo que va del hombre al perro, pero no hay contagio persona a persona.

DLP: Las personas ¿pueden ser asintomáticas?

EL: Si, la mayor parte. En el momento en que uno ingiere el huevo y éste pasa a la circulación general, no pasa nada. Se ubica en el hígado y generalmente tarda veinte o treinta años en generar síntomas. No es el único tipo de caso, tenemos casos de hidatidosis en chicos de un año con quistes grandes, o sea que no hay una regla de que crece un milímetro por año ni nada que se le parezca. En general todo ese tiempo la persona es asintomática, por eso antes el diagnóstico era muy tardío. Cuando iban a la consulta las perso-

nas ya tenían muchos síntomas. Hoy en día se pueden hacer diagnósticos cuando el quiste todavía es pequeño y no ha generado daños, lo cual ha cambiado toda la estrategia de diagnóstico y tratamiento. Pero eso sí, durante muchísimos años alguien puede tener un quiste y no estar enterado a menos que se haga una ecografía o una radiografía.

DLP: ¿Esto quiere decir que esta no es una enfermedad letal para las personas?

EL: Puede ser letal. En Río Negro, cuando nosotros empezamos a trabajar, en el año 80, se moría el 8% de las personas, porque el diagnóstico era muy tardío. Se detectaban cuando eran enormes masas quísticas que prácticamente llegaban a hacer que todo el hígado sea solamente quistes hidatídicos, porque se iban multiplicando en el interior del órgano y eso llevaba a la muerte, obviamente. Muchas veces eran inoperables o las personas se morían en la cirugía, porque era una cirugía tremendamente complicada que además se hacía, en los años cuarenta o cincuenta, sin anestésicos profesionales, con una enfermera que ayudaba en la administración de éter, cuando se operaba en el hospital de Jacobacci. En la actualidad y con variados métodos de detección temprana, no es mortal. Pero si no es tratada a tiempo puede llevar a la muerte.

DLP: ¿Cuáles son los tratamientos que habitualmente se usan para curarla?

EL: La hidatidosis siempre fue una enfermedad quirúr-

gica, de hecho, los congresos sobre hidatidosis, eran congresos de cirujanos, porque además quienes operaban hidatidosis, con estas grandes masas quísticas, eran maestros de la cirugía. Eran hígados destrozados que requerían cirugías muy complejas. Esto cambió cuando empezaron a aparecer los diagnósticos precoces. El primero fue una técnica serológica en sangre que se llamaba "doble difusión cinco" (DD5 para los amigos), que permitió detectar gente asintomática. Uno hacía esa prueba y aparecía un alto porcentaje de gente que era positiva a la serología. Después había que buscar el quiste. Esto funcionó mucho, yo recuerdo cuando iba al campo y empezamos a hacer grandes encuestas, catastros poblacionales, sacábamos sangre a todo el mundo en las poblaciones rurales. Llevaba una bioquímica conmigo para sacar sangre... ¡Éramos una máquina de sacar sangre! Luego había que buscar el quiste y se iba a la cirugía, ya sea que tuvieran un quiste grande o pequeño, todo iba a cirugía. Luego apareció la ecografía, que permitió detectar quistes cada vez más chicos, con la serología se detectaban quistes de cinco a diez centímetros, pero la ecografía permitió detectar quistes de dos centímetros, o sea muy incipientes. Inicialmente iban todos a cirugía. Incluso los que se diagnosticaban por ecografía se operaban, hasta que ya hace unos cuantos años, apareció una droga que es el albendazol. Hubo muchas pruebas con otras drogas, pero el albendazol fue el que cambió la estrategia, ya que a partir de esto la hidatidosis se transformó en una patología que podía ser tratada con medicamentos. Es muy efectivo, sobre todo en quistes pequeños y en niños. En general, los niños tienen quistes pequeños, se detectan por ecografía en forma temprana y con este tratamiento la enfermedad remite en casi el 100% de los casos. De hecho, hoy en día tenemos un 5% de los chicos enfermos operados por cirugía, el resto se los trata con drogas, cosa que le cambió la vida a la gente. Primero porque operamos quistes más pequeños -eso significa menos tiempo en el hospital, en pocos días vuelven a la casa- y así la hidatidosis prácticamente desapareció como causa de muerte. Es un cambio rotundo. Cuando los quistes son grandes porque se llegó tarde a la consulta y el quiste creció -esto se da sobre todo en pobladores rurales adultos o adultos mayores-, no hay más remedio que la cirugía. Pero el albendazol cambió la estrategia de tratamiento y esto -no en todos los casos, pero sí en muchos- puede solucionar el problema. Y otro problema más que se soluciona con albendazol es que antes todos estos grandes cirujanos operaban grandes quistes y solía haber caída de líquido en el abdomen, y no había buenas drogas que mataran los bichos que estaban en ese líquido, así que gran parte -un 20% de los operados- volvían a ser operados porque en algún momento les reaparecía el quiste hidatídico. Hoy en día, a toda persona

que se opera, se le da albendazol antes y después del tratamiento, durante varios días -puede ser hasta casi tres meses- y así prácticamente desaparecieron las reoperaciones.

DLP: ¿Cuál es la distribución de la enfermedad en la Patagonia?

EL: Está en toda la Patagonia. Digamos que si uno quiere saber dónde está la hidatidosis, tiene que ver dónde están las ovejas o las cabras. La única diferencia para que haya muchos o pocos casos tiene que ver con que haya mucha o poca población en la zona. La provincia de Santa Cruz, tiene muy pocos casos ¿por qué?, porque hay poca gente y la mayor parte de esa gente está en la ciudad de Río Gallegos, en el campo hay muy pocos. Pero en la provincia de Río Negro la enfermedad es endémica, sobre todo en nuestra Línea Sur. En la provincia de Neuquén también es endémica, sobre todo en la mal llamada zona precordillerana, que es de las más compleja porque ahí los huevitos viven muy bien con el frío y la humedad. Tierra del Fuego también tenía muchos casos. En Río Negro ha cambiado mucho el perfil de la hidatidosis, pero sigue siendo una enfermedad de las zonas ovejeras y cabriteras.

DLP: Es decir que la hidatidosis es una enfermedad que no tiene incidencia en las zonas urbanas, ¿es así?

EL: Hoy día se está urbanizando. Un dato importante que no dije, es que la existencia de la hidatidosis es culpa del hombre. No es culpa ni del perro ni de la oveja. En el campo el hombre tiene la costumbre de carnear animales para consumo y generalmente carnea capones, animales viejos. Los corderitos son para las fiestas. La costumbre en el campo es que cuando se carnea, las vísceras -el hígado, el pulmón-, se las tiran a los perros. Esa es la práctica habitual. Si la gente no tuviera esa práctica, la hidatidosis no existiría, sería un problema del zorro y la liebre, sería una "enfermedad selvática". Pero esa es la práctica que hace que se mantenga la enfermedad, y por eso está solamente en las zonas ovejeras. Porque, aunque las vacas tienen quistes hidatídicos, generalmente la gente no anda por el campo carneando una vaca y tirando las achuras al perro. O sea, la práctica de carnear y tirarle las achuras al perro está ligada a la oveja y a la cabra, no tanto a otros animales, por razones de tamaño del animal, de consumo de carne. ¿Y qué está pasando? Río Negro tenía un 20% de población rural, pero hoy en día tiene aproximadamente el 2%. La gente se urbaniza, se va del campo a la ciudad, todos se van. Los principales programas de salud pública que teníamos en el campo -además del de hidatidosis- eran por ejemplo la atención del niño, vacunación, control de niño sano y embarazada... era lo que más se hacía. Hoy en día si vas a nuestros campos en la



Imagen: gentileza de E. Larrieu.

Línea Sur, la zona de Jacobacci, Comallo, Ñorquinco, no hay chicos, no hay embarazadas. Se han ido todos y se han urbanizado. Y los principales programas hoy en día están relacionados con enfermedades crónicas no transmisibles, porque los que quedan son viejos con sus problemas de diabetes e hipertensión. Cuando la gente se urbaniza se lleva las costumbres rurales, y no se ubica en el centro de las ciudades, se va a la periferia de Bariloche o a la periferia de Jacobacci o a ciudades que no son grandes: son pueblos-ciudad. A lo mejor se queda con el campito, donde va de vez en cuando con los perros y los perros vuelven infectados. O se trae ovejas para carnear o compra en el campo y carnea en el traspatio de su casa. Es así que empezamos a tener perros positivos en la periferia de las ciudades. En Bariloche no van a estar en el Centro Cívico probablemente, pero sí en toda la zona periurbana cercana. Eso lo hemos visto en Valcheta por ejemplo: en el campo directamente no queda nadie viviendo ahí, toda la gente se trasladó al casco urbano. Como las distancias son cortas, la gente viaja para ver el campo, a lo mejor todos los días, y ahí llevan a los perros. Y quizás carnean en el campo y los perros se infectan y vuelven al pueblo contaminados. Sumado a eso, en estos pueblos chicos como Maquinchao y otros, no hay matadero, entonces se carnea en forma urbana en carnicería. Digamos que allí eso va también a los perros. Así que actualmente tenemos menos casos en chicos de zonas rurales y hay un aumento en la frecuencia de casos en chicos de la periferia de las ciudades como Bariloche, por ejemplo.

DLP: Los zorros u otros animales silvestres, ¿pueden ser un reservorio de la enfermedad?

EL: Si, hay en zorros. El zorro actúa como perro y la liebre como oveja, se hace un ciclo selvático. En el caso del *Echinococcus granulosus*, que es el parásito, el ciclo es perro-oveja. Los otros pueden ingresar casualmente, un zorro quizás, pero no son un reservorio importante. Si uno elimina la echinococcosis en los perros, el zorro no implica problemas. Hay otro parásito, el *Echinococcus multilocularis*, que está en Estados Unidos, China y Europa, que tiene un ciclo totalmente selvático que involucra al zorro. Pero es otro parásito, es una enfermedad emergente en Europa. En Alemania casi no tenían, pero aumentaron los casos como consecuencia de las políticas de conservación. Como no se cazan, los zorros se han ido urbanizando, entonces es muy fácil encontrarse un zorro en el jardín de la casa y los zorros defecan... Entonces es una enfermedad que antes era totalmente selvática y hoy está trayendo serios problemas porque los zorros contaminan el ambiente domiciliario. El *Echinococcus multilocularis* tiene un ciclo totalmente selvático. El *Echinococcus granulosus* tiene un ciclo en el que la responsabilidad es del hombre, hay que tenerlo claro.

DLP: Contanos cómo empezaste con este programa de control de la hidatidosis y cómo se fue desarrollando.

EL: La verdad es que yo que llegué de casualidad a Rio Negro, en la época de la dictadura militar -como muchos otros- tratando de irme de Buenos Aires rápidamente y sin mirar para atrás. Yo quería hacer producción animal, pero por una serie de hechos fortuitos caí en Salud Pública, donde buscaban un veterinario para hacer un programa de control de la hidatidosis. Yo soy porteño y no me acordaba absolutamente nada de lo que era esta enfermedad, así que rápidamente me puse a leer, a estudiar. Me gustó la idea y después estar en Salud Pública, me encantó. Uno de los primeros lugares en los que pude entrenarme fue en Neuquén. En esa época Neuquén tenía uno de los mejores programas del mundo, que manejaba Omar de Zabaleta, así que estuve unos días con él. Me enseñó muchísimo de lo que había que hacer y arrancamos. En esa época justo apareció el praziquantel, un anti-parasitario muy efectivo para usar con los perros, así que empecé a recorrer campo por campo, casa por casa. Estaba solo, no había otro veterinario. Les dimos el praziquantel a los agentes sanitarios de los hospitales para que ellos repartieran y yo hacía lo que se llama la vigilancia -ver la infección-, que se hacía con una técnica usando bromhidrato de arecolina, un purgante. Se citaba a toda la comunidad rural, la gente aparecía a caballo en el medio del campo -una cosa insólita porque todos iban-. Se juntaban veinte, treinta, cuarenta perros en cualquier lugar que vos citarás y ahí se les daba la purga y se analizaba la materia fecal en terreno, un laburo -con el perdón del público- "de



Imagen: gentileza de E. Larriéu.

mierda”, porque hay que estar oliendo la materia fecal de un montón de perros que defecan todos juntos.

DLP: Y además el peligro de contagiarse, ¿no?

EL: Sí, pero uno va mejorando la técnica para hacerlo, fuimos aprendiendo... A medida que fuimos incorporando veterinarios lo que hacíamos era masivo: más o menos dos mil arecolinas al año, que son muchas, ¡realmente muy laborioso! Eso nos permitía, primero, estar en contacto con los pobladores rurales, con los agentes sanitarios, hacer educación... es una técnica muy educativa. El parásito es chiquitito, mide 2-3 mm, pero los perros tienen otros parásitos como es el caso de una tenia llamada *Taenia hidatigena*, que mide varios metros. Entonces cuando los perros largan eso, que también lo eliminan con la arecolina, la gente se impresiona. Así que era muy interesante. Yo, la verdad, vivía en el campo de gira, 20 o 30 días. A mí me encantaba, la gente en el campo es muy amable. Además, se fue incorporando más gente, fuimos mejorando la tecnología. Primero empezamos a hacer serología, que es una cosa que nos transfirió el Centro Panamericano de Zoonosis, fuimos de los primeros en masificarla. Después fuimos los primeros en el mundo en hacer ecografía rural, yo conocía a

Bernardo Frider, que me dijo “yo tengo un ecógrafo”. En Rio Negro no había ecógrafo en ningún hospital, no existía esa tecnología y él se vino con un ecógrafo portátil de su propiedad. Se pagó el pasaje y fuimos a hacer la primera ecografía. Es muy interesante porque la hicimos en las nevadas del '84, que fue la primer gran nevada que yo vi. Había tres metros de nieve en Pilcaniyeu, así que entramos atrás de un Unimog, una cosa muy surrealista... ahí se empezó a hacer ecografías. Así que teníamos una técnica diagnóstica en las personas y otra técnica diagnóstica en los perros, la arecolina y las pastillas de praziquantel, pastillas, pastillas. Te puedo decir que en las épocas de crisis en Rio Negro en todos estos años (como en el país), nos pagaban con papelitos -todos lo hemos pasado-, pero nunca faltaron pastillas para los perros. Ibas a un Centro de atención primarias de la salud y a lo mejor no había antibióticos, pero había pastillas para los perros, eso no faltó nunca. Después apareció la productora de medicamentos de Viedma, y nos empezó a hacer praziquantel con lo cual los costos se abarataron muchísimo. Actualmente, el programa se sigue basando en desparasitar perros. Pero, ahora no hacemos arecolina, porque no es una técnica bien vista, a la luz del bienestar animal y de la contaminación



Imagen: gentileza de E. Larriéu.

ambiental. Lo hemos reemplazado por técnicas moleculares, coproantígenos. Digamos que la ciencia va avanzando y se hacen cosas nuevas. Pero yo creo que el gran mérito de Río Negro ha sido, en primer lugar, conformar equipos, o sea mucha gente trabajando en esto. Y, en segundo lugar, la continuidad, porque nunca se paró de trabajar. Entonces las líneas siempre fueron las mismas: educación para la salud en las escuelas, una técnica de vigilancia en los perros y la desparasitación. Y ya hace diez años empezamos con la vacuna en los ovinos, que la aplicamos a pequeña escala en algunas reservas indígenas. Somos los únicos que utilizamos la vacuna en el ovino, que anda espectacularmente bien como forma de cortar el ciclo de vida del parásito, las ovejas no se infectan. Básicamente el programa ha sido eso, en el medio puedo decirte, muchos chivos comidos, mucha guitarreada y bastante vino porque eso es lo que tiene de lindo el campo: se trabaja como burro todo el día, pero a la noche siempre hay confraternidad y buen humor, la gente que trabaja en hidatidosis es gente que le gusta disfrutar de las cosas simples.

DLP: ¿Y qué dificultades encontraste para llevar el programa adelante?

EL: A veces es difícil para los que trabajamos muchos años en la administración pública lograr darle continuidad a las cosas, porque cambian ministros, cambian directores, cambian muchas cosas. En ciertas ocasiones viene alguno que cree que va a inventar

algo nuevo, que no le parece bien algo, no sé... Recuerdo que habíamos empezado a usar a los agentes sanitarios para desparasitar perros: ellos recorrían los campos, era su trabajo. Y un día llegó una directora nueva, salió a recorrer y cuando se enteró que los agentes sanitarios desparasitaban perros, en todos los hospitales dijo que no sigan trabajando, que eso no era tarea de ellos. O sea, esas cositas siempre complicaron, pero son cuestiones de los funcionarios, digamos así. También la plata es una limitante. Pero nunca fue un problema serio el recurso económico, porque hicimos un programa barato. Al principio, el praziquantel, cuando era patente de Bayer, era muy caro: valía cincuenta centavos de dólar cada pastilla y cada desparasitación requiere dos pastillas y media para cada perro cada cuatro meses, así que era muy caro. Pero una vez que el Laboratorio Provincial de Medicamentos (PROZOME) en Viedma empezó a fabricarlo, el praziquantel comenzó a ser muy barato. Durante los primeros años la vacuna nos la regalaba la Universidad de Melbourne, que era la encargada de fabricarla. Ahora la compramos, pero es poco lo que se compra. Así que económicamente nunca fue un problema tan grave y les diría que el mayor problema siempre fue la continuidad, que implica dar batalla. Porque si venía un director y decía "esto no se hace más", yo empezaba una guerra frontal de guerrillas, de sublevación, de lo que sea para que no se caiga. Yo lo corría atrás otra vez y les decía "vuelvan a desparasitar". Así que el desgaste siempre fue eso: pelear

Imagen: gentileza de E. Larrieu.



con funcionarios para que las cosas no se caigan Si te entregas mansamente no hay forma de darle continuidad a nada, esa es la verdad. Luchar, sobre todo contra la estupidez humana es el problema. A veces no es un problema el clima, el clima es lindo, te lo bancás. La nieve, el frío, los recursos -insisto-, no fueron una limitante importante, aún en épocas de crisis. Diría que el mayor problema es asegurar la continuidad con los funcionarios, que implica a veces un desgaste personal muy fuerte, porque después las cosas se personalizan.

DLP: Respecto de la cuestión operativa del proyecto, ¿cómo hacían para ir a todos los lugares, a los campos de toda la provincia?

EL: En realidad no hicimos toda la provincia. La zona endémica en Río Negro es la Línea Sur, que arranca en Bariloche y Bolsón y termina en Valcheta. Esa es la zona de producción ovina. Originalmente llegábamos hasta Maquinchao nada más y después lo extendimos hasta Valcheta. Salud Pública tenía -tiene todavía- pero más envejecida, una red de centros de salud y de agentes sanitarios. Así que prácticamente el 100% de esa zona rural, extensísima, tenía la visita de un agente sanitario. Cada agente tenía 200 viviendas asignadas y las recorría a caballo en algunos casos. Después les fuimos comprando motos a través de algún otro programa nacional y actualmente algún hospital lo hace

en camioneta. Pero digamos que la red de agentes sanitarios le da cobertura al 100% de la gente del campo. El sistema de salud es muy bueno en ese sentido, y cada paraje rural, por más remoto que sea, tiene un centro de salud que a su vez se referencia con un hospital. Entonces la parte de desparasitación siempre tuvo una cobertura buena, sobre todo al comienzo. Al principio, para hacer la vigilancia, yo viajaba 20 días, me quedaba en casa un mes y me iba otra vez un mes al campo. Iba paraje rural por paraje rural. Eran 20 días agarrando perro por perro, saliendo con los agentes sanitarios. Después fuimos teniendo más veterinarios: fuimos contratando algunos en los Menucos, otros en Bariloche, y así se fue ampliando... y siempre fue una presencia veterinaria muy fuerte en el campo porque el ojo del amo engorda el ganado: si vos dejás de ir, la gente deja de hacer cosas. También hay otros temas: el agente sanitario que hace hidatidosis, hace chagas donde hay, vacuna chicos, hace educación para la salud, hace cualquier cosa.

DLP: El agente sanitario ¿es un veterinario o algún profesional del sistema de salud?

EL: Los agentes sanitarios -sobre todo los rurales- son gente de la comunidad, o sea, tienen que ser de ahí porque van a recorrer y se meten en las casas. Así que la única forma de que los reciban es que sean de ahí. Uno no puede formar un agente sanitario en Vied-

ma y mandarlo a Anecón Grande, no se puede hacer eso, tiene que ser de Anecón Grande. Y no tienen formación profesional, inicialmente tienen un curso de capacitación de tres meses, en el que le enseñan cosas mínimas. Antes se les enseñaba enfermería básica, pero ahora no porque hay hospital. Cuando se empezó en el año '70 no había nada, y por eso tenían que hacer más cosas. Así que son personal no profesional, a quienes se le enseñan una serie de habilidades, sobre todo cómo entrar en una casa y preguntar y después derivar. Obviamente son promotores de la salud. Nosotros les dimos una tarea concreta que era la de desparasitar perros, pero también son los que van a las casas para darle de tomar la pastilla para la tuberculosis, si detectan que alguien se embarazó llaman al médico para que vaya a controlarla o la derivan al hospital. Los agentes sanitarios hacen de todo, pero son personal no profesional.

DLP: Durante el programa, ¿hicieron campañas de educación para evitar que se le den las achuras a los perros?

EL: Si, ahora se hace menos, pero cuando empezamos teníamos una fuerte campaña de educación. La educación es todo un tema, porque una cosa es educar y otra cambiar hábitos. Si fuera por educación, nadie fumaría, nadie tomaría y nadie se drogaria, y hablamos de gente que tiene formación e información. Entonces empezamos con una fuerte campaña de "no le dé achuras al perro", y la verdad es que fue un completo fracaso, porque es una cosa que hicieron toda su vida. Cambiar el hábito es otra cosa. Recuerdo que, en la época de más auge de la educación, presionamos mucho con las radios, con las maestras ilos volvíamos locos! Yo estaba todo el día con los pobladores, y uno le preguntaba al paisano, "y ¿qué le da de comer al perro?", y todos, el 100%, decía "sopita", todos hervían las achuras, no había uno que dijera "le doy las achuras crudas al perro". Pero si uno le aplicaba la purga al perro y aparecían parásitos les decía "ah, este no comió sopita", te contestaban "y... las ovejas muertas en el campo". O sea, sabían lo que tenían que responder. Además, uno estaba ahí, se quedaba a cenar, iban a carnear y les tiraban las achuras y decían "ah no, cierto que está usted" y entonces no le daban las achuras al perro. Es muy difícil cambiar hábitos, estamos hablando de población socialmente marginal y con costumbres ancestrales. Entonces uno va contra esas costumbres... Antes de jubilarme estábamos discutiendo sobre cambiar los mecanismos de educación y en lugar de decirles "no le dé las achuras crudas al perro", que es como remar contra la corriente, pensábamos imponer una cosa más positiva, porque la misma gente que era incapaz de cocinar una achura, te hacían diez leguas a caballo para traerte el perro y yo te puedo asegurar que venían como sea, estaba

nevando y venían igual. Aprendí rápidamente que, si decía que iba, tenía que ir, porque un día que se me rompió el auto (en una de las primeras giras) no fui y se habían juntado 150 perros. Cuando fui la segunda vez casi me matan. Hacían un esfuerzo participativo muy importante, pero sin embargo después eran incapaces de cocinar las achuras. Un cirujano de Bariloche, Salviti, un día dijo, "por qué no inventamos el "prazi-day" es decir "el praziquantel del día después": decirle a la gente que si carneaban, al otro día le dieran el praziquantel a los perros. ¡Era una excelente idea! ¡Ojalá se me hubiese ocurrido 40 años atrás! Me hubiera sido más útil eso: la gente se prende en las cosas nuevas que no van contra nada, más que tener que modificar la costumbre que hizo toda la vida.

DLP: O sea que el eje siempre fue, y sigue siendo, la desparasitación de los perros...

EL: Sí, la vacuna funciona bien hoy día y es un instrumento muy bueno. El problema es que, si se la quiere aplicar en escala, si se quisiera vacunar a todas las ovejas de la zona, es muy laborioso de hacer. Hace falta mucha gente, lo podría hacer SENASA pero no lo puede hacer Salud Pública con sus veterinarios. Nosotros estamos manejando unos 5.000 corderos en cuatro reservas indígenas y eso nos lleva una semana de trabajo en diciembre y una en enero. Es decir, son pocos corderos, es mucho esfuerzo y eso sí requiere recursos, porque hay que viajar y andar. Son dos veces al año nada más, a diferencia de los perros que son ocho veces al año. Pero la vacuna es cara si se la quiere aplicar a gran escala. Además, aplicarla requiere de una infraestructura en personal y vehículos que Salud Pública no tiene. Honestamente hay lugares muy difíciles como, Anecón Grande y Río Chico Abajo. Ahí demostramos que anda excelente, pero tiene ese pequeño problemita del precio y de la aplicación.

DLP: ¿Solamente se vacunan corderos o las ovejas grandes también?

EL: Hay varios modelos de vacunación. Cuando nosotros empezamos, con Marshal Lighttowers, un australiano que inventó la vacuna, discutimos un modelo con él y lo tomamos. La vacuna requiere tres dosis: dos iniciales (una a los tres meses de vida y otra un mes después). Se vacunan corderos, porque son aquellos ejemplares en los que tenés que generar inmunidad para que en el resto de su vida no se infecten. Vacunar de entrada a animales adultos no parece muy importante. Hay que evitar que se infecten, y si se infectan es cuando comienzan a comer pasto. Hay otras funciones: hay que vacunar a las madres para que generen anticuerpos calostrales y los corderos estén de entrada inmunizados. Como les decía, hay varios modelos, pero hay pocos aplicados al mundo "de verdad". El nuestro es uno, que con sus pros y contras hace 12 años que funciona.

DLP: Si una persona come carne de un cordero que está infectado, ¿adquiere la enfermedad, u obligatoriamente el parásito tiene que pasar por el perro?

EL: Aquí hay dos consideraciones que hacer. La primera es que uno se infecta del perro. Uno puede comerse un quiste hidatídico y no le pasa nada. Es una de las razones de por qué al paisano le cuesta cambiar sus costumbres. Ellos tienen una práctica que es tomar el hígado del animal, lo envuelven en los omentos, en la grasa digamos, lo hacen a la parrilla y les queda muy rico, y otro que es el *apol*, que se comen el pulmón. O sea, decirles que no pueden darle las achura a un perro, es relativo. Así que la enfermedad solamente se transmite a los humanos por los perros. La segunda consideración es que, cuando el cordero es recién nacido, los quistes son muy chiquititos o la infección es muy poca y todavía el quiste no es lo que se llama "fértil". Necesita un año de crecimiento para ser contagioso al perro. Digamos que si uno lo que está carneando son corderos, no van a transmitir hidatidosis ni siquiera a un perro.

DLP: Erradicar la hidatidosis, ¿fue un objetivo del proyecto?

EL: No, nunca. Toda la generación inicial de programas exitosos de control y erradicación fueron en islas, en Nueva Zelanda, en Tasmania y en Chipre, hasta ahí nomás...pero usaban una técnica que era masacrar a los perros... Sí, sí, mataron millones de perros, una locura...Además gringos, bien educados, les decían vamos a desparasitar los perros y salían con el perro a la callecita y ahí lo desparasitaban. Ellos lograron erradicarla. Cuando nosotros encaramos el programa no había ninguna experiencia de lo que se llamó la segunda generación, que son los programas continentales. La única experiencia era el programa que tenía de Zabaleta, en Huiliches (provincia de Neuquén), de trabajar en una zona donde se puede desparasitar al de acá, pero te infecta el de al lado. Siempre pensamos que era difícil erradicar, lo que pasa es que lo que nos enseñaron era sobre los programas que habían erradicado la enfermedad en islas, entonces teníamos en la cabeza que se podía cortar el ciclo de transmisión desparasitando ocho veces al año a los perros, o sea que nos vendieron que había que erradicar o por lo menos eliminar la enfermedad rápidamente. Pero empezaron a pasar los años y no eliminamos nada. Pero también rápidamente nos dimos cuenta que agarrar al 100% de los perros ocho veces al año es una misión imposible No hay forma, porque hay meses en los que nieva, llueve, que se enfermó el agente sanitario, vas al campo y el paisano esta de recorrida con los perros por el campo...O sea, hay ocho mil razones por las cuales no se puede hacer... Ahí nos dimos cuenta de que íbamos hacia un programa para siempre. Cuando empezamos teníamos un 40% de perros infectados

y en un año había bajado al 5%, así que estábamos agrandadísimos. Pero el segundo año fue del 6%, el tercer año del 5%, el cuarto año el 4%, y nunca más bajo de ahí. Bajarlo de ahí implica coberturas muy superiores, eso significa casi hacerlo desaparecer como enfermedad del hombre. Es cierto, mientras al índice lo tenés bajo, no hay casos en las personas, cortás el ciclo muy bien, muy efectivamente, pero es imposible de erradicar con esta cobertura y esa estrategia. Así que uno tiene que admitir que se encuentra frente a un programa para siempre, hasta que las condiciones sociales y la cultura cambien. En Uruguay prácticamente están en cero casos. Allí tenían más que nosotros, pero, en el campo de ese país, hoy nadie carnea. Van al supermercado, compran y tienen freezer en la casa, En las zonas más endémicas sacaron las ovejas y pusieron eucaliptus para las pasteras, entonces están en cero casos. El programa de ellos era muy bueno, pero además lo ayudó la economía, el desarrollo social, la cultura. Para en nuestro caso, las condiciones en la Línea Sur en la actualidad son iguales o peores que cuando se empezó nuestro programa en el '78.

DLP: Claro, pero de todas maneras se puede decir que el programa fue un éxito.

EL: ¡Sí! La verdad es que yo me jubilé muy feliz. Primero porque disfruté mucho todos los años de campo. Si hay algo que extraño en mi jubilación es no ir más al campo, realmente me encantaba. El programa es un éxito porque cuando empezamos teníamos casi un 8% letalidad y hoy no se muere nadie. Teníamos un 5% de chicos con quistes en la Línea Sur, y en algunos lugares como en Anecón Grande encontrabas casi un 20% de adultos con quistes. O sea que la hidatidosis era realmente algo dramático. Los que se operaban tenían 30 días de internación promedio por paciente, es decir, estaban meses en el hospital. Hoy tenemos dos o tres casos de chicos al año, ya no se muere nadie y la internación es de pocos días. Lo que va a cirugía son quistes pequeños, porque está montando todo un sistema de diagnóstico precoz con ecografías. Hoy en día todos los hospitales rurales pueden hacer ecografías, tenemos ecógrafos móviles...eso anda muy bien. Entonces, desde el punto de vista de salud pública, hoy el mayor problema que tiene el programa es que le sigan dando bola, porque dejó de ser un programa de salud, en términos de gravedad, de pacientes internados. Es una enfermedad más, que está ahí, de la que hay algunos casos, pero cuando querés gastar plata en esto te la retacean porque hay otros problemas que hoy en día son más importantes en la salud pública, aunque siga habiendo casos en chicos... Pero sí, el programa fue uno de los pocos exitosos en el mundo, basado en la continuidad. Chile tenía un programa fantástico, en las regiones XI y XII. Era el mejor del mundo porque bajó drásticamente la

infección. En la parte chilena de la isla de Tierra del Fuego la estaban por erradicar y en la región XI, que es una región muy parecida a la nuestra en cuanto a la geografía, había bajado drásticamente. Pero yo estaba en Chile el día en que el director nacional del Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en una reunión de hidatidosis les dijo que el SAG no financiaba más el programa, que ya había bajado mucho la infección y que lo que quedaba era un problema de salud pública, que debían ocuparse ellos. Y así se cortó el programa. Hoy en día Chile está tratando de empezar un programa porque tuvo una explosión de casos, ya que el hospedador está sin inmunidad y los casos empiezan a subir. Lo que pasó en Chile es un ejemplo bárbaro, tenían el mejor programa y retrocedieron en cuanto al control de la enfermedad.

DLP: Claro... Nos preguntamos qué pasará con el futuro del programa en Río Negro, si depende de las personas que están ahora...

EL: Las acciones emprendidas contra la hidatidosis son como cualquier política de salud. Por una parte, las políticas de salud dependen de los políticos, del administrador del servicio, del ministro de salud, del director, en qué van a hacer hincapié, qué recursos va a asignar, y después de los técnicos que son los que tienen que generar estrategias y convencer a la autoridad. Por ejemplo, en Bariloche, el laboratorio de la Cuarta Zona Sanitaria era el único laboratorio que había en la Argentina, que era satélite del Malbrán. Desarrolló técnicas propias, ¡estaba súper! Ahora está cerrado, no hay ni químicos, ni técnicos, nada, no funciona. Eso, por ejemplo, es una pérdida catastrófica para el programa. Entonces lo único que puedo hacer de lejos es llorar porque ese laboratorio fue modelo en la Argentina y el trabajo que se hizo ahí, no sólo en hidatidosis sino también en chagas, fue realmente pionero. El Malbrán les transfería a ellos y era el único laboratorio en el interior del país que iba a la par del Malbrán, y bueno...

DLP: ¿Te gustaría agregar alguna cosa que te parezca importante que no te hayamos preguntado?

EL: ¡Si me pongo a hablar de hidatidosis puedo estar todo el día! Creo que para la gente está más o menos claro lo que se hizo, lo que se hace y lo que se va a hacer. La conclusión es que cuando en salud pública hay continuidad en lo que se hace y hay recursos, apoyo político y grupos técnicos empoderados de lo que hacen, hay resultados. Yo además, hago docencia, y siempre se lo digo a los alumnos: los veterinarios no entramos para hacer salud pública, entramos por clínica, por cualquier cosa, menos por salud pública. Pero la verdad es que, estar en salud pública, más allá de que uno sea empleado público, te permite tener una enorme capacidad de mejorarle la vida a la gente. Es



Imagen: gentileza de E. Larriéu.

una cosa muy importante que uno se tiene que dar cuenta, digamos dependiendo de lo que uno haga, genere y estructure en un programa, habrá gente que va a estar mejor, porque se va a dejar de enfermar. Pienso en todos los que no se murieron, pienso en todos los chicos que no pasaron por un quirófano y digo que vale la pena hacer esto. Entonces, la importancia de que las autoridades y los técnicos se den cuenta que no somos cajeros de banco que tenemos que mirar un expediente o ir a una reunión, o a alguna comisión a Buenos Aires. Tener en cuenta que de nuestro trabajo depende si los grupos más vulnerables van a vivir mejor o van a vivir peor. Creo que es ese el mensaje final, la salud pública tiene que estar al servicio de la gente y sobre todo en estas enfermedades que llamamos enfermedades del abandono y que se dan por esas condiciones, y nada más.

DLP: Muchas gracias por este trabajo de más de cuarenta años y gracias por tu tiempo para compartir todas estas cosas con nosotros y nuestros lectores.

MIGRACIÓN DE LAS AVES

FIOFÍO SILBÓN: EMBAJADOR PATAGÓNICO

En primavera y verano el fiofío silbón es común en Patagonia, pero ¿dónde está el resto del año?, ¿por dónde viaja?, ¿qué papel tiene en los ecosistemas que visita?

Víctor R. Cueto, Susana P. Bravo, Cristian A. Gorosito y Alan Fecchio

Todos los años a partir de mediados de octubre, en el bosque comienza a escucharse un “sonidito” peculiar, es cuando llega la oleada de millones de fiofío silbones (*Elaenia albiceps chilensis*, ver Figura 1) que inundan el oeste patagónico. No hay rincón del bosque nativo y de las plazas y jardines de nuestras ciudades donde no se escuche el “fiiiiioo fiiiiioo” de esta pequeña ave que incansablemente vocaliza, indicando que ha llegado y está preparando su territorio para iniciar un nuevo período reproductivo. Pero ¿dónde ha estado durante el otoño y el invierno?, ¿por dónde ha viajado?, ¿qué rol tiene en los ecosistemas que visita?, ¿cuál es su rol en la transmisión de enfermedades?

Palabras clave: aves migratorias, América del Sur, dispersión de semillas, parasitismo.

Víctor R. Cueto¹

Dr. en Ciencias Biológicas
vcueto@conicet.gov.ar

Susana P. Bravo²

Dra. en Ciencias Biológicas
sbravo@conicet.gov.ar

Cristian A. Gorosito¹

Dr. en Ciencias Biológicas
cgorosito@conicet.gov.ar

Alan Fecchio¹

Dr. en Ciencias Biológicas
alanfecchio@comahue-conicet.gob.ar

¹Laboratorio de Ecología de Aves, Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP), CONICET – Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

²Laboratorio de Dispersión de Semillas, Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP), CONICET - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Recibido: 28/03/2023. Aceptado: 15/05/2023.



Figura 1. Fiofío silbón (*Elaenia albiceps chilensis*) perchando en un calafate (*Berberis microphylla*) en el sitio de estudio Cañadón Florido, próximo a la ciudad de Esquel (Chubut, Argentina). El fiofío silbón es una pequeña ave de unos 15 gramos y 14 a 15 centímetros de largo, tiene una coloración general pardo olivácea, la garganta grisácea, el pecho gris oliváceo, el abdomen blancuzco y la cola pardo oscura. Un detalle que lo caracteriza es que posee una corona blanca casi siempre visible.

Imagen: V. R. Cueto.

Estas preguntas son algunas de las que hemos tratado de dilucidar con nuestras investigaciones.

En términos generales la migración de las aves (ver Glosario) está asociada a cambios estacionales en las condiciones climáticas y en la abundancia de alimento. De esta forma las aves migratorias logran “permanecer” a lo largo del año en ambientes adecuados para sus requerimientos de vida. Sin embargo, estos despla-

zamientos las enfrentan con grandes desafíos, como los viajes entre las zonas de reproducción e invernada, reconocer nuevos alimentos y hábitats y enfrentar diferentes depredadores y parásitos, tanto durante el viaje como cuando arriban a las zonas donde residen temporalmente.

El estudio de la migración de las aves es importante para una mejor apreciación del mundo natural y también por razones relacionadas con la conservación de la naturaleza, la economía y la salud humana. En América del Norte, por ejemplo, se han reportado notables disminuciones en las poblaciones de algunas especies migratorias que pasan el invierno en el trópico. En América del Sur se conoce muy poco sobre la situación en la que se encuentran las poblaciones de los migrantes. Algunas especies podrían estar disminuyendo sin que lo sepamos, simplemente por la falta de investigaciones. Si las poblaciones de una especie están decreciendo, será importante tener información previa sobre las rutas migratorias que usan y conocer dónde pasan el invierno, para poder evaluar si en esos lugares existen peligros para su supervivencia (por ejemplo, destrucción del hábitat, contaminación, caza ilegal). Al igual que otros animales, las aves migratorias cumplen roles funcionales (ver Glosario) indispensables en los ambientes naturales al proveer importantes servicios ecosistémicos (ver Glosario), tales como polinización, dispersión de semillas y control de plagas. Asimismo, pueden ser reservorios de varios tipos de enfermedades (por ejemplo, Influenza Aviar, Virus Occidental del Nilo, Malaria Aviar) y podrían actuar como vectores pasivos entre países e incluso continentes. La diseminación de estas enfermedades puede generar problemas para la salud humana y también económicos (por ejemplo, las recientes pérdidas en la producción avícola debido al brote de Influenza Aviar en Argentina). Para predecir a dónde las aves migratorias podrían transportar las diferentes enfermedades, se necesita estudiar cuáles especies podrían portarlas y nuevamente se vuelve importante conocer sus rutas de viaje y los sitios a los que migran.

En el Nuevo Mundo se han definido cinco sistemas generales de migración (ver Figura 2): (1) Migración Panamericana: los desplazamientos se producen entre los extremos geográficos de América; (2) Migración templado-tropical Neártica-Neotropical: la migración entre los lugares de cría templados de América del Norte y el trópico; (3) Migración frío-templada de América del Norte: la migración dentro de latitudes templadas de América del Norte; (4) Migración templado-tropical de América del Sur: la migración entre los lugares de cría templados de América del Sur y latitudes tropicales dentro del continente; y (5) Migración frío-templada de América del Sur: la migración dentro de latitudes templadas de América del Sur. El fiofío silbón forma parte del sistema de migración templado-tropical de América del Sur.

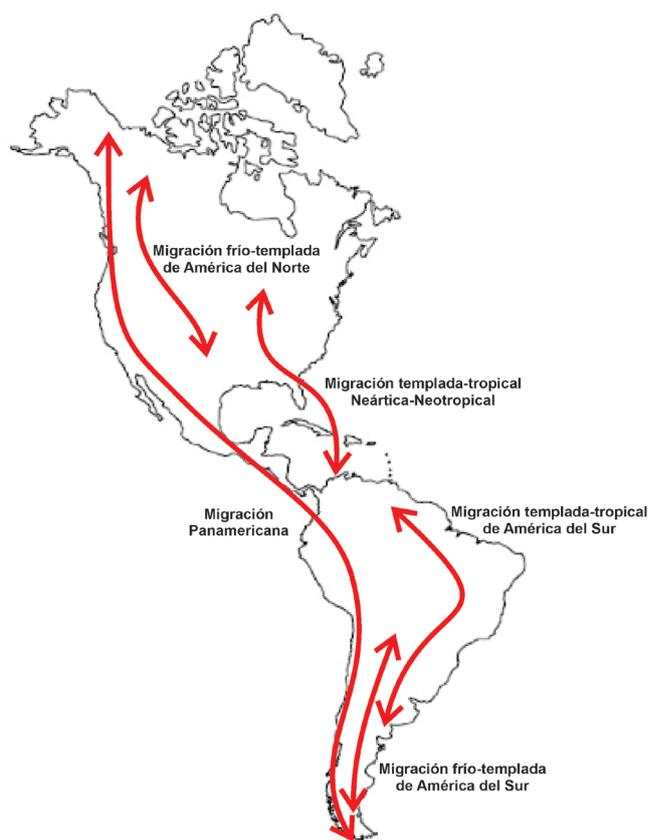


Imagen: V. R. Cuelo.

Figura 2. Tipos de desplazamientos migratorios que realizan las aves en el Nuevo Mundo.

¿Cómo estudiamos su migración?

En las últimas décadas se produjo una revolución en los instrumentos de seguimiento para las aves. Gracias a los avances en microtecnología se logró reducir el tamaño y peso de los dispositivos, permitiendo su uso en aves pequeñas. El instrumento que más se redujo fue el geolocalizador, actualmente los hay de menos de 0,6 g y pueden ser colocados en aves que pesan alrededor de 15 g (el peso promedio de un fiofío silbón). Estos dispositivos tienen tres componentes básicos: batería, sensor de luz y microcomputadora (que contiene un reloj y la memoria donde se almacenan los datos de intensidad de luz; ver Figura 3). El geolocalizador registra a intervalos fijos (generalmente de diez minutos) la intensidad de la luz solar, permitiendo determinar la duración del día (cuándo sale el sol y cuándo se pone) durante el año. Dado que los días son más largos en el verano que en el invierno y que esta relación se vuelve más contrastante en latitudes altas que en latitudes bajas (por ejemplo, los días son mucho más largos durante el verano en Bariloche que en Buenos Aires), los datos sobre la duración del día permiten calcular la latitud a la que se encuentra el ave cada día. A su vez, la hora a la que el sol sale o se pone permite calcular la longitud (por ejemplo, el sol sale más temprano en Buenos Aires que en Mendoza). Así, con los datos colectados por el geolocalizador

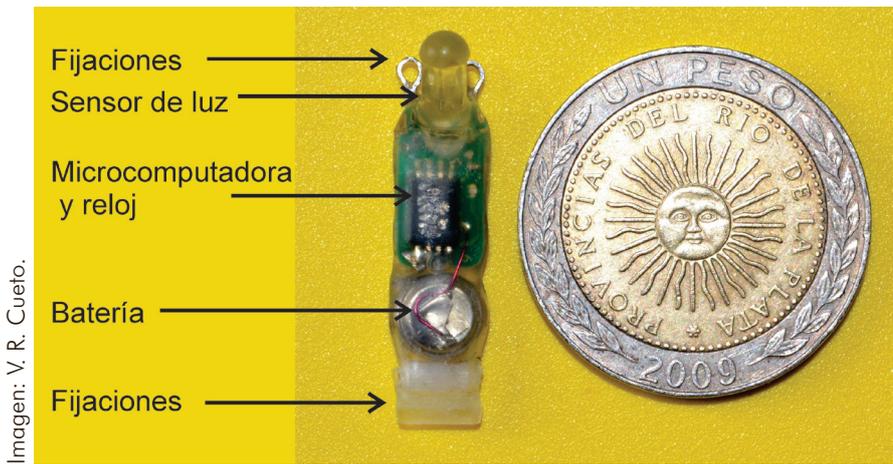


Figura 3. Geolocalizador usado para estudiar la migración del fiofío silbón. Se indican los componentes del dispositivo.

Imagen: V. R. Cueto.

se puede estimar la latitud y longitud diaria con una precisión de entre 50 a 300 km (este error se debe a factores como la nubosidad o donde se encuentra el ave, por ejemplo, si está expuesta al sol o dentro del bosque). Para especies cuyos individuos viajan más de 1.000 km entre la zona de reproducción y la de invernada, esta precisión es suficiente para estimar la ruta migratoria y conocer dónde pasan el invierno.

Durante la época reproductiva colocamos los geolocalizadores en el dorso de las aves usando un arnés de manera que no interfiera con el comportamiento normal del ave (ver Figura 4). Durante la siguiente época reproductiva las buscamos y recapturamos para recuperar los dispositivos y conseguir la información que

han almacenado durante todo el año. Esto es posible gracias a que las aves migratorias suelen regresar año tras año a la misma zona donde se reprodujeron (denominado fidelidad al sitio). En el momento en que colocamos los geolocalizadores, también les colocamos anillos de colores en sus tarsos (ver Glosario), con una combinación única, lo cual permite identificarlos en la siguiente temporada utilizando binoculares (ver Figura 5). En la temporada reproductiva siguiente a la que colocamos los geolocalizadores recorreremos la zona de estudio tratando de ubicar a los individuos que los poseen para iniciar el "protocolo" de recaptura. Nos aprovechamos para ello de su comportamiento territorial que los lleva a expulsar a los intrusos. En la zona en la que estaba cantando el individuo en cuestión colocábamos un modelo de fiofío silbón (que realizamos con porcelana fría), un reproductor emi-



Imagen: S. P. Bravo.

22 **Figura 4. Fiofío silbón listo para partir con un geolocalizador en el dorso. El sensor de luz se ubica de forma tal que las plumas no interfieran con la captación de luz.**

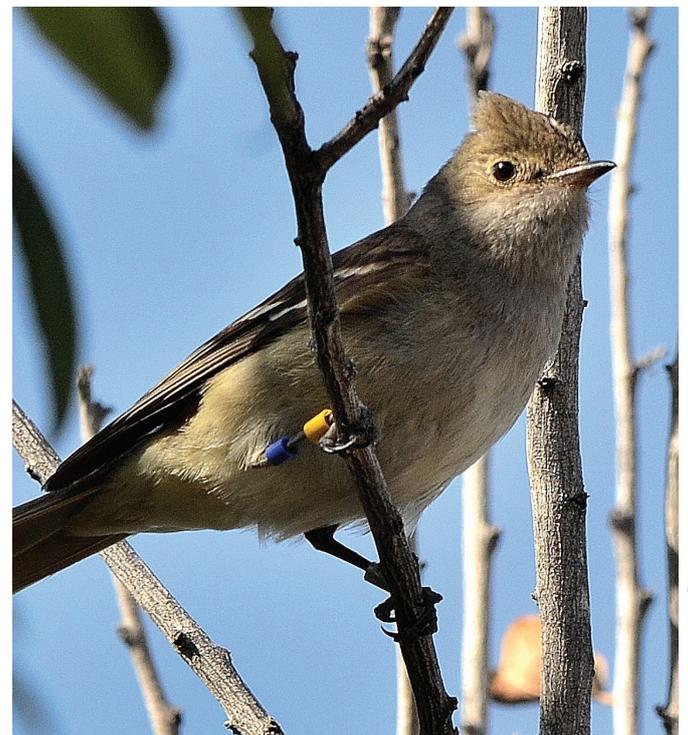


Imagen: V. R. Cueto.

Figura 5. Fiofío silbón marcado con una combinación de anillos de colores que permite identificar a los individuos cuando los buscamos en el bosque.

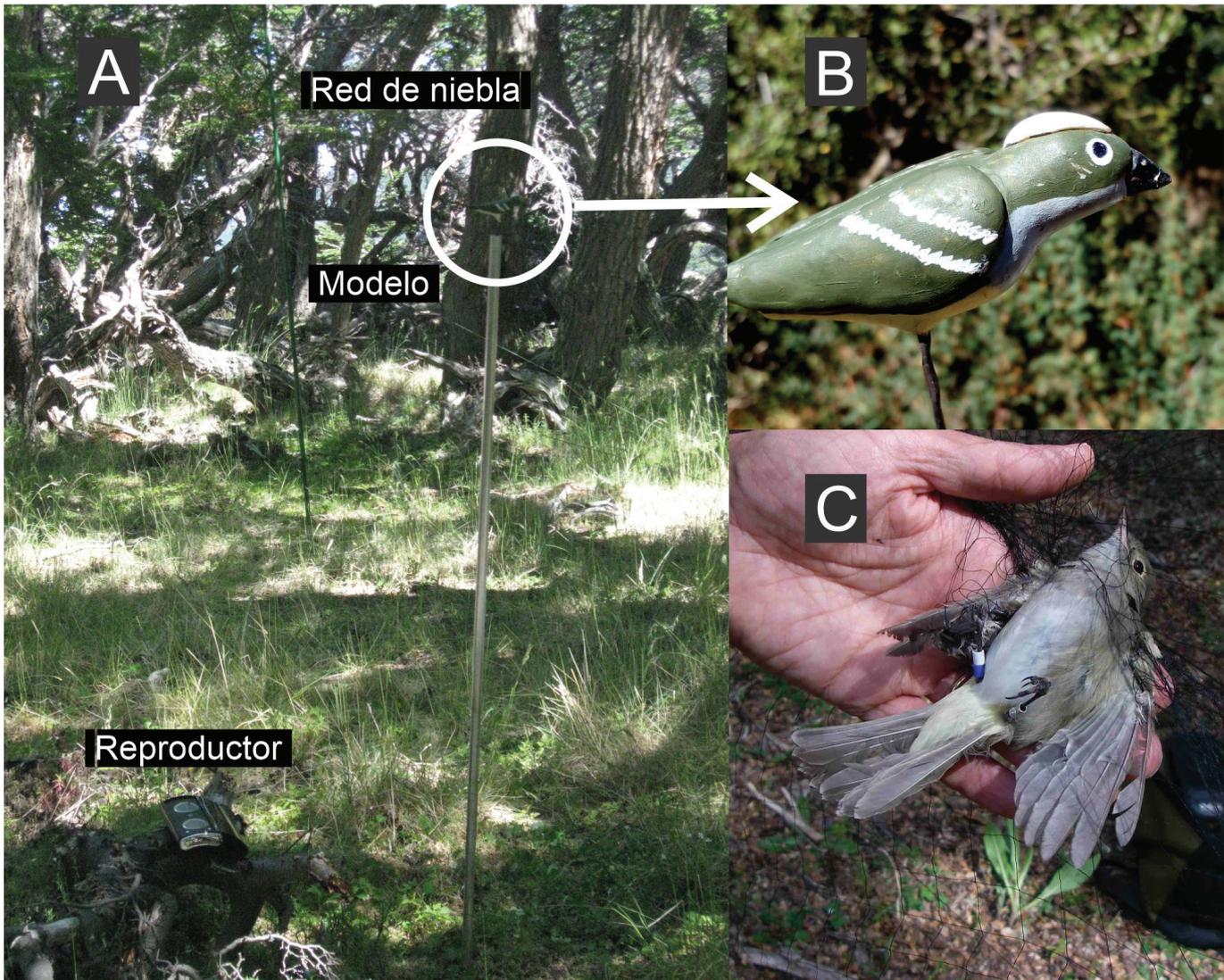


Imagen: V. R. Cueto.

Figura 6. Elementos que utilizamos para recapturar a los fiofíos que portan geocalizadores (nuestro "protocolo").
A) ubicación de la red de niebla, el modelo de fiofío y el reproductor para emitir su vocalización.
B) detalle del modelo de fiofío realizado con porcelana fría. C) Fiofío recapturado en la red de niebla, en el cual se pueden observar los anillos de colores y metálicos usados para identificar a las aves.

tiendo vocalizaciones territoriales de la especie y una red de niebla delante del modelo (ver Figura 6). Con un poco de suerte, el dueño del territorio atacaba al "intruso", caía en la red y de allí a nuestras manos para recuperar el geocalizador.

¿Qué conocemos sobre su migración?

Durante tres años estudiamos la migración del fiofío silbón en la Estancia Cañadón Florido, próxima a la ciudad de Esquel (provincia de Chubut). Colocamos 45 geocalizadores, de los cuales recuperamos 15. Tras analizar los datos encontramos que los individuos no se dispersaban por América del Sur como se creía, sino que viajaban a ciertas zonas en la costa de Brasil. Además, no permanecían todo el invierno en esas zonas (ver Figura 7). Un primer período (entre abril y junio) lo pasaban en la Mata Atlántica y Caatinga del noreste de Brasil y luego viajaban al interior de ese país en la ecorregión del Cerrado para pasar otro trimestre antes de iniciar su viaje de retorno a la Patagonia.

Otro resultado interesante que obtuvimos fue la forma en que hicieron los viajes migratorios, es decir las rutas que usaron. Cuando partieron desde la Patagonia a las zonas de invernada para el reposo reproductivo lo hicieron por tres rutas migratorias diferentes. Una directa cruzando en diagonal por Argentina y Uruguay y continuando por la costa de Brasil, que implica cruzar ambientes de pastizal que fueron recorridos a gran velocidad (entre 500 y 600 km/día). Esta velocidad es similar a la observada por las aves que cruzan el desierto del Sahara o el Golfo de México, posiblemente porque la ausencia de zonas boscosas para los fiofíos es como un mar o un desierto. Otros individuos usaron rutas siguiendo las Yungas o los ríos Paraná y Paraguay, viajando por ambientes boscosos y a menor velocidad (130 a 200 km/día). Probablemente esto les permitía descansar y alimentarse durante el recorrido. Cuando regresaron a las zonas de reproducción en la Patagonia lo hicieron por una sola ruta por el oeste de Argentina y Chile a velocidades de 120 a 260 km/día.

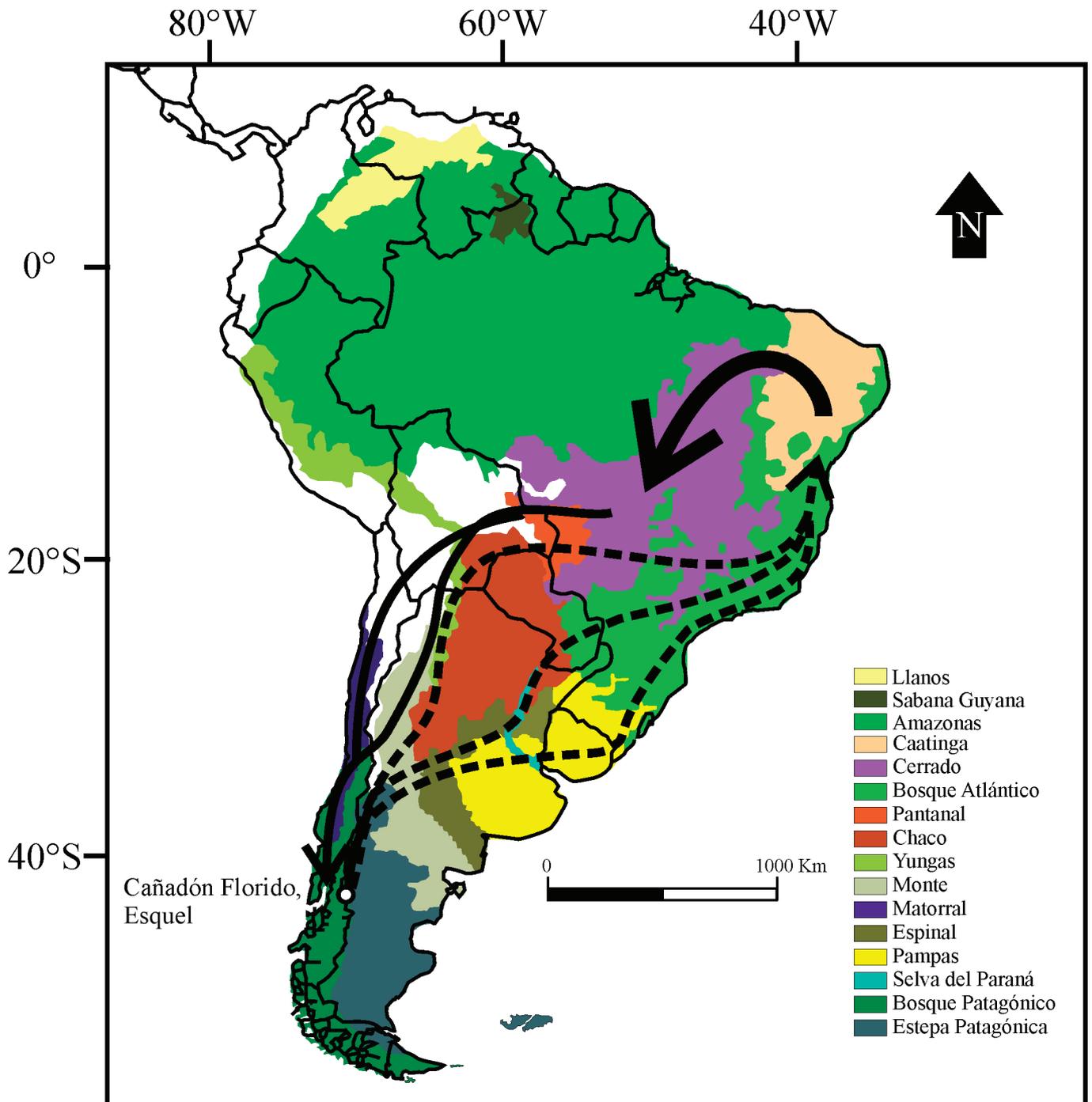


Figura 7. Migración del fiofío silbón en América del Sur. La flecha negra ancha y continua indica los desplazamientos en el trópico durante el invierno. La flecha negra fina y discontinua indica las rutas migratorias de otoño y la negra fina y continua la ruta migratoria de primavera.

Es decir que las aves realizaron una migración elíptica en el sentido contrario a las agujas del reloj, lo cual también fue una novedad (ver Figura 7).

Lo más sorprendente que encontramos al estudiar la migración de los fiofíos es que el período más extenso sin desplazamientos ocurre durante los meses que dura la época reproductiva. El resto del año están en movimiento ya que cuando se encuentran en el trópico no permanecen en una misma zona. Además, utilizan distintas rutas migratorias para ir y volver de su lugar de reproducción. En suma, estas aves viajan cada año más de 10.000 kilómetros!

¿Qué rol tiene el fiofío silbón en los ecosistemas que visita?

Nuestro grupo se centró en estudiar el rol fiofío silbón como dispersor de semillas en la zona de Lago Steffen (provincia de Río Negro) y encontramos que cumple una función relevante en el Bosque Andino Patagónico, colaborando en la regeneración de la vegetación. ¿Por qué razones? En principio por su abundancia ya que ¡cada año visitan la Patagonia aproximadamente 240 millones de fiofíos! (una estimación considerando toda la superficie del bosque patagónico y la densidad promedio de fiofíos a partir de los valores reportados

en distintos trabajos de la región). Pero también es importante en la regeneración del bosque por las condiciones en las que dejan las semillas que dispersan. Como ocurre con la mayoría de las aves que cumplen este rol, las distancias que mueven las semillas no fue lo más destacable que encontramos, sino la cantidad que transportaron y los sitios donde las dejaron. Colocando trampas de semillas en el bosque, capturando aves, recolectando sus heces, realizando experimentos de depredación de semillas, mapeando los arbustos que ofrecían frutos y caracterizando los distintos ambientes que conformaban el bosque, determinamos que los fiofíos depositaban las semillas de los arbustos con frutos carnosos principalmente en zonas abiertas con buena luz, adecuadas para la germinación y con baja abundancia de roedores, lo que reduciría la posibilidad de que sean depredadas. El maqui (*Aristotelia chilensis*) -uno de los arbustos que más estudiamos- es abundante y sus frutos maduran desde mediados del verano (febrero), justo cuando los fiofíos comienzan a prepararse para la migración. Estudiando a los fiofíos en ambientes de matorral en los alrededores de Esquel (provincia de Chubut) encontramos que también se alimentan de frutos de maitén (*Maytenus boaria*) y laura (*Schinus patonicus*). Los frutos de estas plantas son utilizados para la formación de reservas de grasa necesarias para afrontar el viaje (los fiofíos llegan a incrementar más de un 30% del peso que tienen durante el período reproductivo antes de emprender la migración). Por lo tanto, a la vez que el fiofío dispersa las semillas de los arbustos y árboles, estos le proveen de alimento para acumular reservas energéticas, estableciéndose una interacción valiosa para ambos, denominada mutualismo (ver Glosario). Por otra parte, hemos descubierto que, al menos en la zona de Esquel, los fiofíos alimentan a sus pichones con frutos de calafate (*Berberis microphylla*) y sincronizan la época de eclosión con el período de mayor oferta de frutos maduros de este arbusto. Es decir, que estas aves tienen una estrecha relación con las plantas productoras de frutos carnosos en Patagonia.

Otro de los resultados interesantes al conocer el patrón migratorio de los fiofíos es que la permanencia de las aves en la Mata Atlántica y en el Cerrado coincide con la fructificación de las especies de arbustos más abundantes del sotobosque y que son importantes en la regeneración de esos bosques luego de los disturbios. Esto podría indicar que también allí el fiofío silbón cumple un papel funcional similar al que tiene en Patagonia, algo que hasta el momento no había sido considerado y que necesita ser estudiado. De esta forma, los fiofíos silbones constituyen un nexo invisible entre ecosistemas y la única forma de poder detectar estas relaciones encubiertas es conociendo el papel que cumplen, así como las zonas y rutas que utilizan a lo largo del año.

Estas relaciones son especialmente relevantes cuando surgen problemas de conservación en algún ecosistema y nos preguntamos ¿qué otro ecosistema se puede ver afectado? El Bosque Andino Patagónico es considerado como el ecosistema mejor conservado y con menos amenazas de la Argentina. Pero ¿qué pasa cuando los fiofíos andan por el trópico? En los últimos tiempos los incendios en Brasil afectaron gran parte de sus zonas de invernada y muchas de estas zonas además están sometidas a fuertes cambios en el uso de la tierra (por ejemplo, minería, ganadería, agricultura). Lamentablemente no sabemos si estos eventos tuvieron o tienen un impacto negativo sobre la población de fiofío silbón. Que lleguen menos fiofíos a la Patagonia, o en malas condiciones para la reproducción, podría ocasionar que su población decline. Si esto ocurre puede ser problemático para la dinámica del bosque, donde -como explicamos anteriormente- su rol en la dispersión de semillas es de mucha importancia. ¿Seremos capaces de detectar este impacto? Difícilmente, porque si una población tan grande se reduce a la mitad será igualmente enorme! Pero lo que puede decaer es el servicio ecosistémico que brinda. Una población de 100 millones de fiofíos no estaría amenazada, pero no podemos asegurar que logre mover la cantidad suficiente de semillas para que la dinámica de regeneración del bosque continúe, ya que antes lo habrían hecho más del doble de individuos. Será difícil determinar en el corto plazo si la población de fiofíos sigue desarrollando su papel en la regeneración del bosque y probablemente sólo con el paso de los años podremos valorarlo.

La migración del fiofío silbón une al Bosque Patagónico con otros ecosistemas más allá de lo que se puede ver en los mapas. Mantener el potencial de regeneración del bosque intacto no depende sólo de las medidas y políticas de conservación argentinas y locales en Patagonia sino también de las de Brasil y los otros países por donde pasan estas aves durante su migración. Los fiofíos necesitan un ambiente boscoso y la mayor parte de los ecosistemas que ellos usan fuera de la época reproductiva sufren amenazas ambientales a gran escala que no permiten el desarrollo de este tipo de hábitat.

El fiofío silbón, ¿es importante en la transmisión de parásitos?

Como indicamos anteriormente, las aves migratorias conectan ecosistemas entre las zonas de reproducción y de invernada, pudiendo desempeñar un rol importante en la propagación de enfermedades, entre ellas las enfermedades zoonóticas (ver Glosario) al aumentar los rangos geográficos de las especies parásitas. Por estos motivos en los últimos años comenzamos a estudiar si el fiofío silbón podría desempeñar algún rol en la diseminación de hemoparásitos, particular-

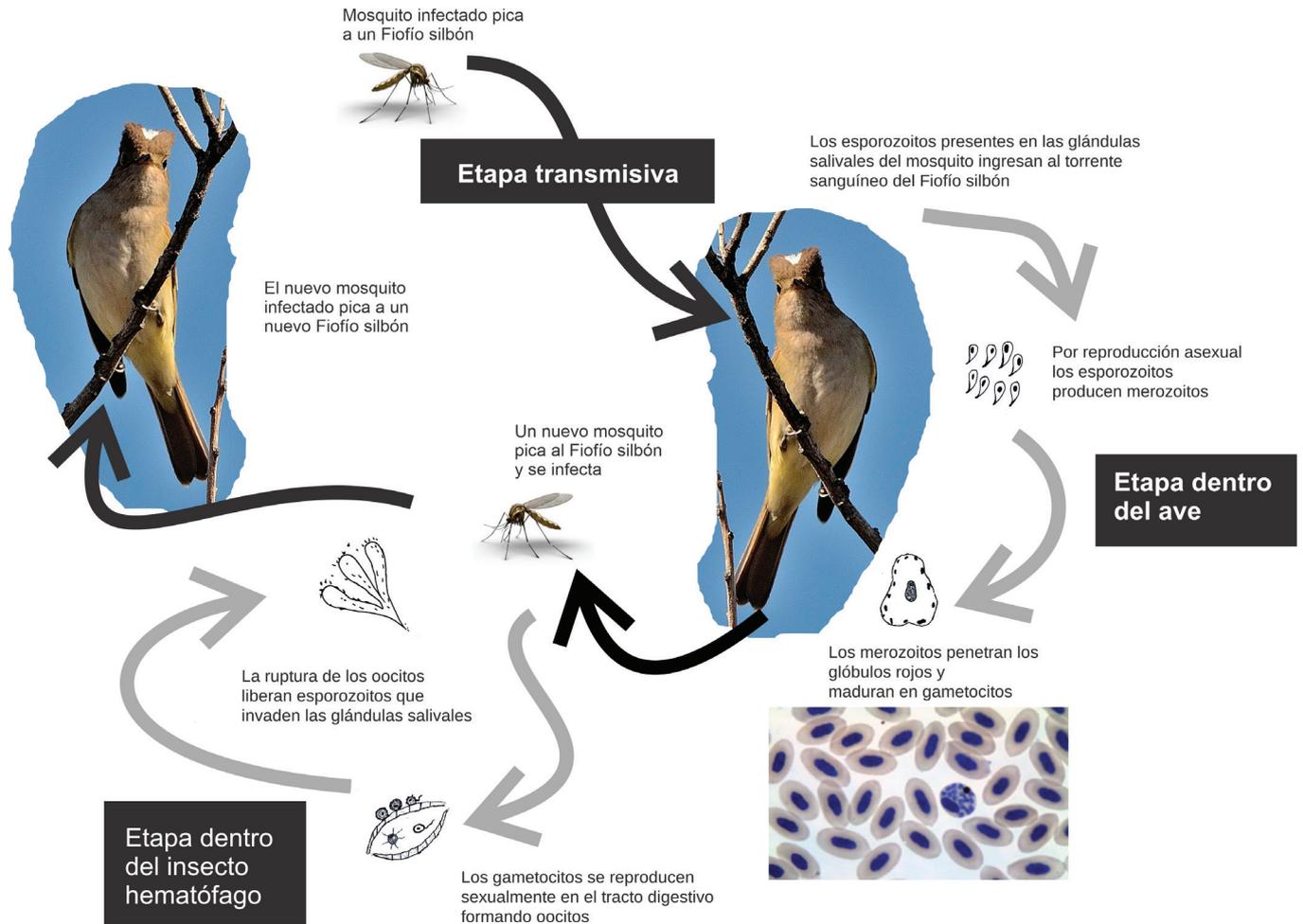


Imagen: V. R. Cueto y J. I. Díaz.

Figura 8. Representación general del ciclo de vida de un hemoparásito, causante de la malaria aviar. En el ave (hospedador intermedio) se desarrolla la fase asexual, mientras que en el insecto hematófago (hospedador definitivo) se desarrolla la fase sexual del hemoparásito.

mente de haemosporidios causantes de la Malaria Aviar. Los haemosporidios son parásitos protozoarios que infectan las células sanguíneas de los vertebrados y se transmiten por mosquitos, jejenes y otros dípteros (llamados dípteros hematófagos), por lo cual sus ciclos de vida son muy complejos (ver Figura 8). Las aves albergan la mayor diversidad de especies de estos parásitos, que tradicionalmente se ubican dentro de tres géneros: *Haemoproteus* (que contiene dos subgéneros, *Haemoproteus* y *Parahaemoproteus*), *Leucocytozoon* y *Plasmodium*.

Trabajando con investigadores de Brasil obtuvimos muestras de sangre de fiofío silbón a lo largo de todo el ciclo anual. Colectamos muestras en localidades de Patagonia, Mata Atlántica, Caatinga y Cerrado. Además, en algunas localidades ubicadas en las rutas migratorias (La Pampa en Argentina y Rio Grande do Sul y San Pablo en Brasil). Para evaluar si estaban infectados extrajimos apenas una gota de sangre mediante punción de la vena braquial y con colegas de Estados Unidos utilizamos métodos de genética molecular para realizar los diagnósticos.

Encontramos 23 especies de haemosporidios que infectan a los fiofíos silbones y que pertenecen a tres

géneros de malaria aviar: *Haemoproteus* (subgénero *Parahaemoproteus*), *Leucocytozoon* y *Plasmodium*. Nuestros análisis confirmaron que el fiofío silbón transporta parásitos haemosporidios a lo largo de su rango de distribución en América del Sur. Sin embargo, la falta de etapas transmisivas (ver Glosario) y el escaso intercambio de especies de parásitos que transportan los fiofíos con las especies de aves residentes en las áreas de reproducción e invernada sugieren que estas aves migratorias no jugarían un rol importante en la dispersión de estos parásitos, ni influirían en su transmisión a través de América del Sur. Sin embargo, son necesarios estudios de largo plazo para monitorear las tasas de parasitismo y evaluar si los cambios en el clima y en el uso de la tierra están incrementando el número de aves infectadas o aumentando la transmisión de parásitos entre hospedadores residentes y los fiofíos silbones en las diferentes zonas por las que ellos pasan.

En conclusión, es evidente que los viajes del fiofío silbón conectan lejanos ecosistemas del continente americano y que cumplen un rol funcional importante en ellos, según cómo los utilizan a lo largo del año.

Sin embargo, disponemos de información para pocas especies de las más de 250 que migran en América del Sur e ignoramos muchos detalles de sus vidas. Necesitamos continuar trabajando para incrementar nuestra capacidad para conservar a estos pequeños viajeros y los hermosos ambientes de los cuales ellos y nosotros dependemos.

Agradecimientos

Agradecemos a Héctor Gonda por su excelente predisposición para ayudarnos a difundir nuestro trabajo y también por darnos la idea de llamar al fiofío silbón "embajador" de la Patagonia. A la familia Roberts de la Estancia Cañadón Florido y a Ernesto Schajman de la Estancia El Principio por permitirnos trabajar en sus propiedades. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y *National Geographic Society* (USA) por apoyar y financiar nuestro trabajo de investigación sobre las aves migratorias. Agradecemos a la Dirección de Fauna y Flora Silvestre de la Provincia del Chubut y a la Administración de Parques Nacionales por las autorizaciones para realizar nuestras investigaciones.

Glosario

Enfermedades zoonóticas: grupo de enfermedades de los animales que son transmitidas al hombre por contagio directo con el animal enfermo, a través de algún fluido corporal como orina o saliva, o mediante algún intermediario como pueden ser los mosquitos u otros insectos.

Etapas transmisiva: el ciclo de los haemosporidios se alterna entre los dípteros hematófagos y los vertebrados (ver Figura 8). A lo largo del ciclo de vida estos parásitos atraviesan distintas etapas, entre ellas la que les permite pasar de la sangre del vertebrado a un díptero hematófago cuando este se alimenta, para luego poder ser transmitido a otro vertebrado.

Migración: en ornitología, se usa para indicar los desplazamientos estacionales regulares, con dirección definida de las poblaciones de aves, que utilizan un área para reproducirse y en otra u otras pasar el resto del año.

Mutualismo: relación entre individuos de distintas especies donde ambas partes se benefician. En el caso de la dispersión de semillas de frutos carnosos, los frugívoros obtienen alimento y las plantas el desplazamiento de sus semillas.

Rol funcional: papel o función que puede desarrollar una especie dentro de la comunidad o ecosistema que se está estudiando, por ejemplo puede ser un polinizador, un depredador o un dispersor de semillas.

Servicios ecosistémicos: son aquellos beneficios que un ecosistema natural aporta a la sociedad y que mejoran la salud, la economía y la calidad de vida de las personas. Son ejemplos de ello la producción de agua limpia, la formación de suelo, la regulación del clima, la polinización.

Tarso: hueso de la parte inferior de la pata de las aves y algunos dinosaurios ornitópodos.

Resumen

Estudiamos la biología del fiofío silbón, una pequeña ave migratoria que se reproduce en el bosque patagónico. Utilizando dispositivos de seguimiento (geolocalizadores) descubrimos que pasan parte del invierno en el noreste de Brasil y luego viajan al centro de ese país. Finalmente regresan a Patagonia recorriendo más de 10.000 kilómetros anuales. También, evaluamos su rol funcional como dispersor de semillas de frutos carnosos y encontramos que las diseminan principalmente en zonas abiertas del bosque. Además, estudiamos su rol en la transmisión de parásitos causantes de malaria aviar y, aparentemente, no son importantes en su diseminación.

Para ampliar este tema

- Ares, R. (2020). Aves, vida y conducta. Editorial Vázquez Mazzini y Fundación Azara.
- Bravo, S. P., Cueto, V. R. and Gorosito, C. A. (2017). Migratory timing rate, routes and wintering areas of White-crested Elaenia (*Elaenia albiceps chilensis*), a key seed disperser for Patagonian forest regeneration. *PLoS ONE*, 12(2): e0170188.
- Cueto, V. R. y Jahn, A. E. (2008). Sobre la necesidad de tener un nombre estandarizado para las aves que migran dentro de América del Sur. *Hornero*, 23(1): 1-4.
- Cueto, V. R. y Lopez de Casenave, J. (2006). Nuevas miradas sobre las aves migratorias americanas: técnicas, patrones, procesos y mecanismos. *Hornero*, 21(2): 61-63.
- Jahn, A. E., Cueto, V. R., Fontana, C.S., Guaraldo, A. C., Levey, D. J., Marra P. P. and Ryder, T. B. (2020). Bird migration within the Neotropics. *Auk*, 137: 1-23.

SECRETOS GUARDADOS EN EL FONDO DEL LAGO

LARVAS COMO SEÑALES DEL PASADO

Todos los ecosistemas lacustres tienen un pasado que contar, y el estudio de los restos de larvas de insectos nos permite interpretar cómo era el ambiente hace miles de años.

Natalia N. Williams

El sedimento del fondo lacustre (tanto de lagos como de lagunas) es considerado un archivo de información ambiental ya que contiene un registro temporal de la depositación del sedimento en el lago, así como las condiciones y procesos a los que estuvo expuesto. En el fondo de los lagos se generan las condiciones óptimas para la conservación del sedimento ya que, luego de su depositación, es poco alterado por los posteriores procesos de desintegración o descomposición (lo cual se conoce como meteorización) y mezcla del material. Esto permite la formación de un registro continuo de material sedimentario, el cual puede incluir miles de años de depositación de material, en el que se preservan diversos indicadores biológicos y geoquímicos. El estudio de dichos indicadores proporciona el conocimiento acerca de los cambios ocurridos a través del tiempo, lo cual se logra mediante el análisis de las "secuencias sedimentarias" que los contienen (el procedimiento se explica más adelante) (ver Figura 1).

Los cambios ambientales son una alteración o modificación en las condiciones del medio como resultado de un conjunto de acciones y procesos que actúan sobre un sistema (por ejemplo en un lago). Estos cambios, que afectan cada hábitat y los organismos que allí se desarrollan, pueden clasificarse según su origen en naturales o antrópicos (producto de la actividad humana). Entre los primeros podemos mencionar por

ejemplo a las erupciones volcánicas, los deslizamientos de tierra, los huracanes, etc. Por otra parte, entre las actividades humanas se encuentran la deforestación, la contaminación de la atmósfera debido a la emisión de sustancias de origen industrial, el uso de la tierra, las aglomeraciones urbanas, entre otras. En conjunto, estos impactos pueden generar cambios en la composición de especies, prevaleciendo aquellas más "preparadas" para soportar las nuevas condiciones.

La paleolimnología es una ciencia multidisciplinaria que utiliza la información física, química y biológica preservada en los sedimentos lacustres, para reconstruir cómo fueron las condiciones ambientales pasadas. Procesos como la actividad geológica, la fluctuación climática y la actividad humana, dejan diversas señales en los sedimentos, que los convierten en herramientas útiles para interpretar los cambios que afectaron al cuerpo de agua y su cuenca. Entonces, mediante el análisis de indicadores sedimentológicos (color, textura, granulometría del sedimento), geoquímicos (contenido de materia orgánica, sílice biogénica (ver Glosario), concentraciones de metales pesados) y biológicos (restos de organismos que habitaron allí) preservados en el sedimento, el paleolimnólogo puede reconocer los impactos ocurridos a través del tiempo y cómo los mismos afectaron al ecosistema. Cada indicador analizado contribuye con nuevos datos que ayudan a comprender una parte del escenario ambiental. Esto hace posible realizar una reconstrucción paleoambiental (ver Glosario) más completa y precisa de la zona de estudio.

Las reconstrucciones paleolimnológicas se hacen teniendo en cuenta la información disponible acerca de cómo son los ambientes acuáticos actuales, incluyendo las comunidades biológicas que los conforman. Conociendo las condiciones óptimas en las que las distintas especies viven y se desarrollan (temperatura, oxígeno, nutrientes, salinidad) podemos conocer en qué rangos ecológicos prospera cada especie. Esto es fundamental para interpretar las alteraciones pasadas inferidas a partir de los cambios en las asociaciones de especies, dado que estos cambios representan las

Palabras clave: bioindicadores, insectos, paleolimnología, quironómidos, sistemas acuáticos.

Natalia N. Williams^{1,2}

Dra. en Biología
natywilliams86@gmail.com

¹Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica (LAAN), Centro Atómico Bariloche, Centro Nacional de Energía Atómica (CNEA).

²Centro Científico Tecnológico CONICET, Patagonia Norte, Argentina.

Recibido: 04/10/2023. Aceptado: 15/05/2023.

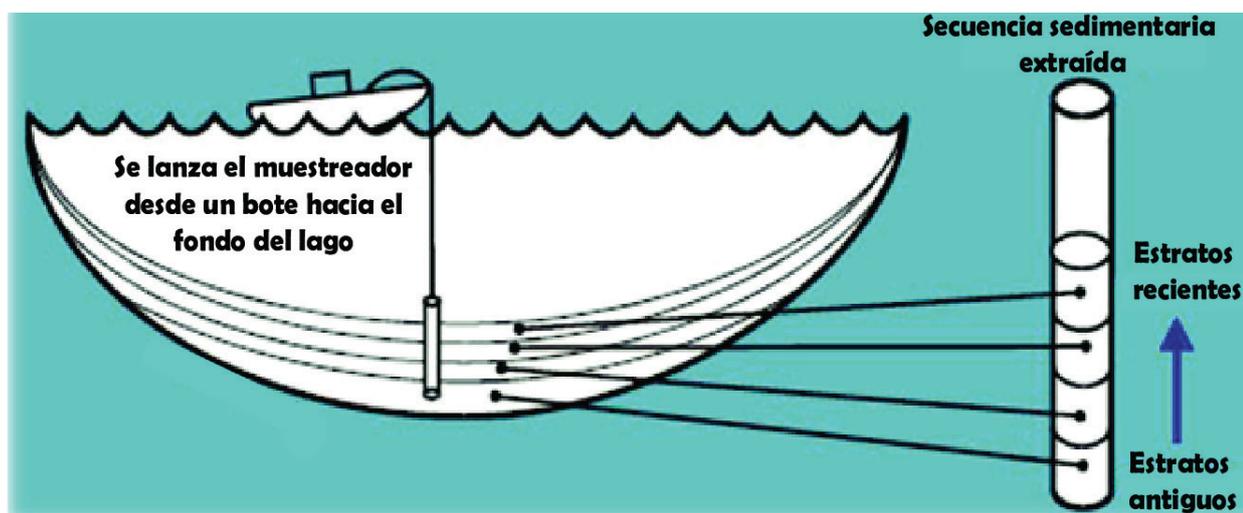


Figura 1. Representación de la extracción de una secuencia sedimentaria del fondo de un lago. A la derecha se detalla la secuencia con los estratos más recientes (superiores) y los más antiguos (inferiores).

respuestas que manifestaron los organismos frente a las perturbaciones del medio. En este contexto, mediante estudios comparativos entre el estado actual de algunas comunidades acuáticas (y sus rangos ecológicos óptimos) y cómo fue cambiando la composición sus especies a través del tiempo, es posible inferir alteraciones pasadas, entender cómo afectaron el ambiente y cómo se restableció la comunidad frente a ellos. Esto nos permite no sólo conocer la respuesta de los ecosistemas ante dichos disturbios, sino también predecir cambios ante los impactos previstos para el futuro.

En este contexto, este artículo invita a conocer un componente muy importante de las comunidades biológicas que habitan el fondo de los lagos, los dípteros quironómidos, una familia de insectos cuyas larvas son conocidas por ser abundantes y diversas en los ecosistemas acuáticos. Las distintas especies de quironómidos presentan diferentes grados de tolerancia frente a los cambios en las condiciones ambientales, lo que los hace responder diferencialmente frente a ellos. Entonces, las variaciones en la estructura de la comunidad de quironómidos (composición específica y su abundancia relativa), nos permite inferir alteraciones pasadas, motivo por el cual también han sido utilizadas en estudios de impacto y calidad ambiental. Aquí particularmente, se detalla uno de los aspectos más interesantes de este grupo de insectos, y es que a partir de la recuperación y determinación de los restos de sus larvas que quedan en el sedimento (particularmente la cabeza o cápsula cefálica), es posible interpretar cómo era el ambiente hace miles de años en base a la reconstrucción de sus comunidades.

¿Qué son los indicadores biológicos?

Se considera un indicador biológico o bioindicador, a una especie o grupo de especies, ya sean animales, vegetales o microorganismos, que presentan una

alta sensibilidad frente a la variabilidad ambiental. A veces estos grupos pueden incluir especies capaces de tolerar condiciones desfavorables para el resto de la comunidad, como bajos niveles de oxígeno o altas concentraciones de contaminantes, sin que estas circunstancias causen efectos letales en los organismos. Sin embargo, modifican la composición de sus especies, por lo que se sigue teniendo un registro de ellos durante situaciones adversas. Los organismos o comunidades bioindicadoras proporcionan información sobre características ecológicas del ambiente (físicas, químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales). Sus respuestas son reconocidas, dando una medida de la condición de todo el ecosistema. Ante determinadas variaciones, estos bioindicadores manifiestan respuestas medibles, por lo que se suelen utilizar como sistemas de alarma, advirtiendo sobre posibles riesgos relacionados, por ejemplo, con algún tipo de contaminación. Estas respuestas pueden manifestarse como variaciones en las abundancias relativas de sus especies, modificaciones en la composición de la comunidad o alteraciones en la morfología de los organismos.

Existen diferentes clases de bioindicadores según dónde se desarrolla el ecosistema bajo estudio: aire, agua (lagos, lagunas, mar), suelo, zonas urbanas, etc. Entre los organismos comúnmente utilizados como bioindicadores ambientales pueden mencionarse desde bacterias o pequeños microorganismos (como parásitos, ácaros, hongos y lombrices) hasta insectos, aves, anfibios, peces y cetáceos. Para seleccionar y analizar una especie o comunidad bioindicadora, se debe conocer bien su ecología y su ciclo de vida.

Quironómidos, su uso como bioindicadores

Los quironómidos comprenden un grupo de insectos muy bien representado en los sistemas acuáticos (ver Recuadro: El ciclo de vida de los quironómidos).

Estos organismos son “primos” de las moscas y mosquitos, y sus larvas habitan en casi todos los tipos de ambientes acuáticos y prácticamente en todas las regiones del planeta (incluso en las regiones polares), siendo la gran mayoría de sus especies de agua dulce (hay algunas terrestres o semi-terrestres y sólo unas pocas marinas). Este grupo de insectos ha sido motivo de numerosos estudios científicos que han revelado aspectos fascinantes de su biología y de su adaptación a sobrevivir bajo condiciones extremas. Por ejemplo, las larvas de algunas de sus especies son de un color rojo brillante (por lo que en inglés se denominan *bloodworm*, “gusanos de sangre”) debido a la presencia de hemoglobina (ver Glosario y Figura 2), lo que les permite vivir con bajos niveles de oxígeno disuelto en agua. Esta situación se presenta por ejemplo en el fondo de lagos profundos o sistemas lacustres eutróficos (ver Glosario), que son aquellos que tienen un exceso de nutrientes (principalmente nitrógeno y



Imagen: N. N. Williams.

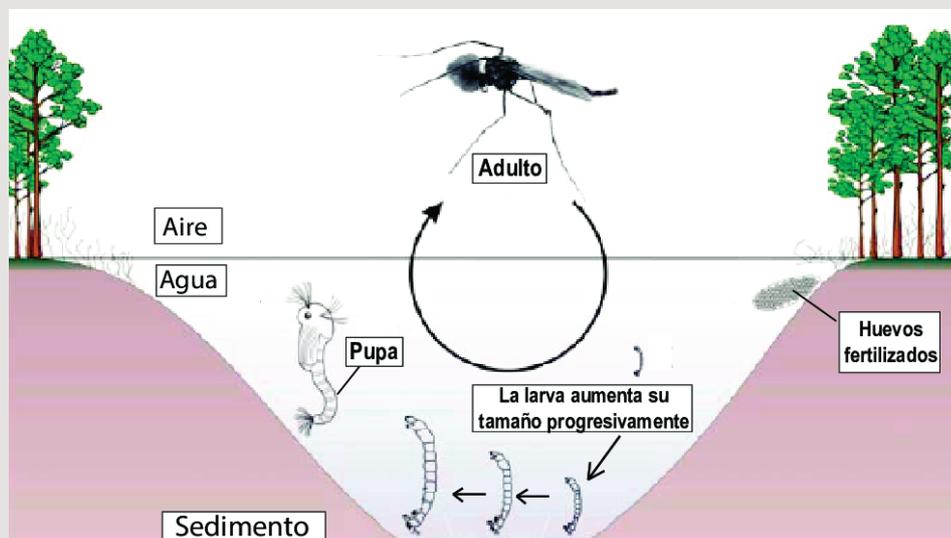
Figura 2. Larva de quironómido (*Riethia truncatocaudata*) de color rojizo debido a su alto contenido de hemoglobina.

fósforo), procedentes mayoritariamente de la actividad humana.

Las larvas de muchas especies de quironómidos son muy sensibles a las variaciones de los factores ambientales. Esto puede resultar en modificaciones de la estructura de la comunidad, en la cual algunas especies desaparecen y otras aparecen, o bien

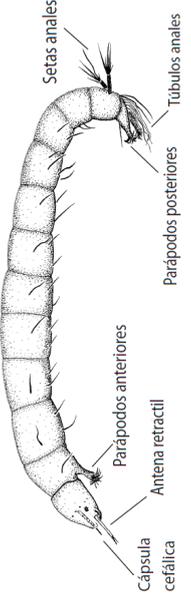
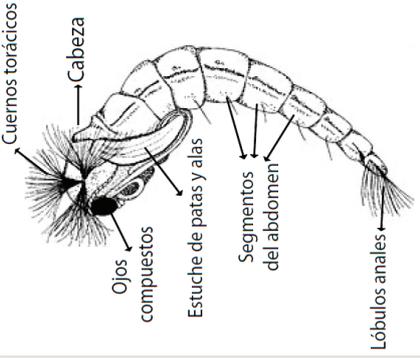
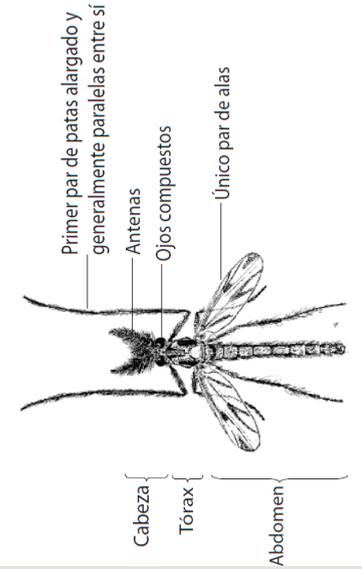
El ciclo de vida de los quironómidos

Este ciclo comprende cuatro estados llamados huevo, larva, pupa y adulto (ver Esquema). Comienza cuando las hembras adultas depositan los huevos fertilizados sobre la superficie del agua; éstos caen lentamente y se depositan en el fondo del lago. Después de aproximadamente un mes, nacen las larvas, que pasan por cuatro estadios a medida que crecen y se desprenden de sus cabezas, que se depositan y conservan en los sedimentos lacustres. Viven mayormente apoyadas sobre el sedimento, muchas dentro de tubos que construyen gracias a la recolección y aglutinamiento de pequeñas piedritas, ramas y granos de arena. Generalmente, estas larvas se alimentan de algas, detritos (ver Glosario) y microorganismos asociados, macrófitas (ver Glosario), desechos de madera e invertebrados. Las larvas pasan al estado de pupa, en el que permanecen inactivas mientras comienzan a formarse las estructuras del adulto como las alas, patas y ojos compuestos. Las pupas viven generalmente unos pocos días a diferencia de las larvas que pueden requerir semanas, meses o incluso años para completar la etapa, dependiendo principalmente de la temperatura. Luego de unos días, las pupas nadan hacia la superficie del agua donde emergen los adultos. Estos vuelan cercanos a los cuerpos de agua formando enjambres, donde realizan el apareamiento, completando así su ciclo de vida. Ellos actúan como fase dispersiva, depositando sus huevos en otros ambientes y colonizando nuevos hábitats. En la Tabla 1 se sintetizan las principales características de los estados (larva, pupa y adulto) del ciclo de vida de los quironómidos.



Esquema de un ciclo de vida típico de un insecto quironómido. Extraído y modificado de Larocque-Tobler & Rolland 2006.

Tabla 1. Cuadro comparativo de las principales características de los estados del ciclo de vida de un insecto quironómico. Esquemas extraídos y modificados de Epler (2001).

Taxa	Morfología general	Tiempo de vida	Habitat	Rol principal	Alimentación	Esquema	Foto
Larva	Cuerpo delgado y cilíndrico con una cabeza (cápsula cefálica) cubierta por una cutícula gruesa de quitina.	Desde algunas semanas a meses, o incluso años.	Acuático (cercanos al fondo del lago o laguna).	Alimentación y dispersión.	Algas, detritos y microorganismos asociados, macrófitas, desechos de madera e invertebrados.		
Pupa	Cabeza con un par de ojos compuestos y un par de órganos respiratorios (cuernos torácicos). En el tórax posee "estuches" donde se forman las patas y las alas del futuro adulto.	Pocos días.	Acuático (cercanos a la superficie del agua).	Inactivos o aletargados mientras se forman las estructuras del adulto.	No se alimentan.		
Adulto	Pequeños (1 – 20 mm) y muy similares de aspecto a los mosquitos comunes.	Pocos días.	Terrestre.	Dispersión y reproducción.	Si bien la mayoría no se alimentan ya que poseen sus piezas bucales reducidas, algunas especies se alimentan de néctar o polen.		

modifican su abundancia, restructurando de este modo dicha comunidad en respuesta a las nuevas condiciones del medio. Esto hace que las larvas de muchas especies de quironómidos sean utilizadas como bioindicadores de cambios ambientales, tanto en sistemas acuáticos naturales (lagos, lagunas, etc.) como artificiales (embalses, estanques, etc.). En este sentido, los quironómidos presentan características particulares como grupo bioindicador:

- Son muy abundantes, tienen elevada riqueza específica (ver Glosario) y están ampliamente distribuidos en los sistemas acuáticos;
- Son fácilmente identificables, o sea, las cápsulas cefálicas fuertemente quitinizadas (ver Glosario) se preservan en buenas condiciones en los sedimentos lacustres, permitiendo la determinación de la mayoría de los especímenes, al menos a nivel genérico, lo cual es suficiente para hacer inferencias ecológicas;
- Poseen baja movilidad o son sedentarios, lo que permite reflejar las condiciones locales;
- Son estenotópicos, lo que significa que tienen rangos ecológicos óptimos muy estrechos, que les brindan una alta sensibilidad frente a determinados cambios en el ambiente.

Entre los factores que influyen en la distribución de los quironómidos podemos mencionar características del agua como temperatura, cantidad de oxígeno disuelto, conductividad, pH, salinidad, concentración de nutrientes, etc. Otros factores se asocian con las propiedades del sustrato, como el tipo y composición del sedimento (arena, limo, arcilla), el contenido de materia orgánica, y la presencia y abundancia de vegetación sumergida. La profundidad es una variable que se encuentra asociada con otros parámetros

ambientales, ya sea directa o indirectamente. Sólo unas pocas especies de quironómidos están adaptadas a vivir en la parte más profunda de los lagos, debido a sus características particulares, como menor temperatura del agua, baja concentración de oxígeno, ausencia de vegetación, menor disponibilidad y calidad de alimento, etc. Por el contrario, las zonas cercanas a la costa de los lagos presentan una mayor abundancia, diversidad y riqueza de organismos, dado que la amplia variedad de sustratos disponibles junto a las mejores condiciones ecológicas, resultan en una condición más favorable para el establecimiento y la supervivencia de las larvas de quironómidos.

Más allá del uso de estas larvas como indicadores de condiciones ambientales actuales, en este artículo nos centramos en explicar su utilidad como indicadores de condiciones pasadas. Esto se ve facilitado gracias a que su cápsula cefálica está compuesta por una gruesa cubierta de quitina (ver Figura 3). La larva es acuática y luego de su eclosión, la cápsula cefálica permanece en el sedimento del fondo lacustre, donde se conserva durante cientos o miles de años. Luego de la extracción del sedimento, se procede a la determinación de estos restos, tarea que se realiza con ayuda de un microscopio, pudiendo conocer a qué género o especie pertenecen las cápsulas recolectadas. Esto hace que los quironómidos sean muy utilizados como paleoindicadores biológicos, ya que funcionan como microfósiles (ver Glosario), dejando restos de su cuerpo en el sedimento y brindándonos información acerca del ambiente pasado.

Para la determinación de las especies de quironómidos, es importante conocer la morfología de las piezas bucales presentes en la cápsula cefálica. Entre las estructuras más notables se destaca un par

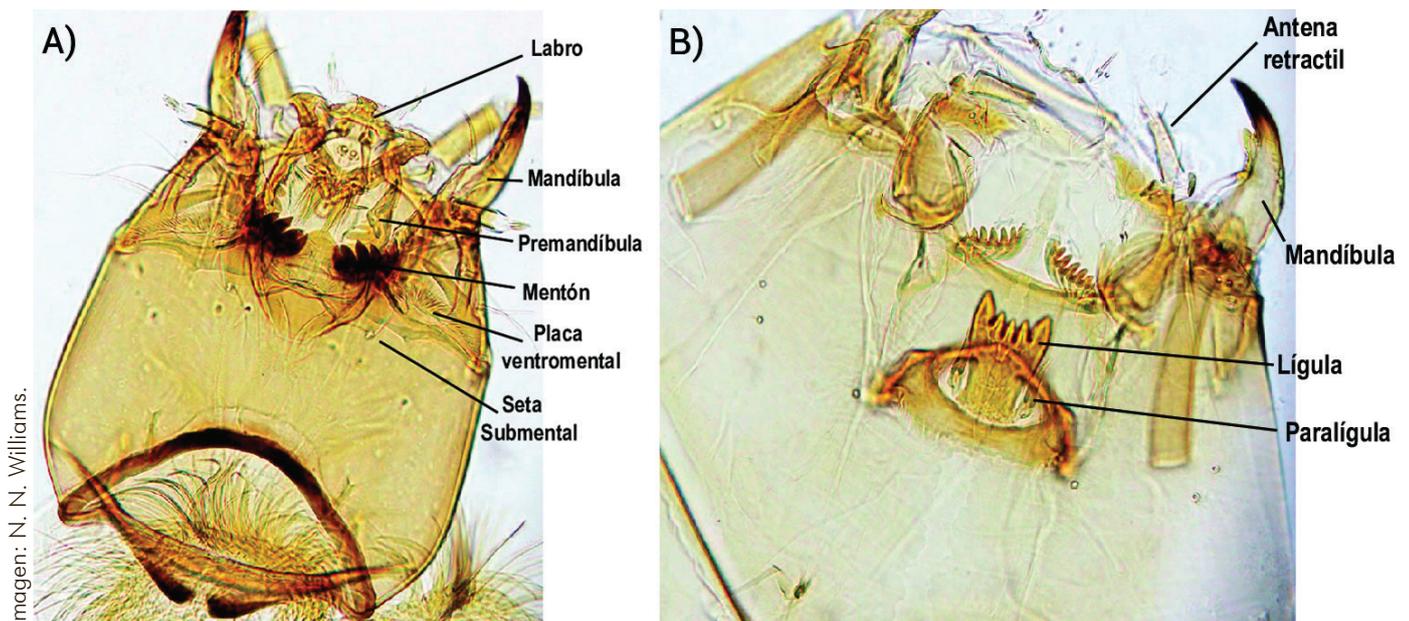


Figura 3. Vista desde abajo de una cápsula con sus principales estructuras de A) *Cryptochironomus* sp., y B) *Alotanypus vittigera*.

de mandíbulas (ver Figura 3). Muchas especies de quironómidos poseen una estructura denominada mentón, cuyas características, como la forma y el número de dientes, son de gran importancia para la determinación taxonómica (ver Figura 3A). Otras especies poseen una estructura denominada lígula, compuesta de cuatro a siete dientes y acompañada lateralmente por un par de estructuras muy delgadas, llamadas paralígulas (ver Figura 3B).

Para comprender cómo fueron los ambientes pasados y sus cambios a través del tiempo usando los restos de larvas de quironómidos, es importante conocer las especies actuales, saber cuál es su distribución y cuáles son sus requerimientos ecológicos, identificando las condiciones óptimas (temperatura, salinidad, oxígeno, pH, preferencias de sustrato, tipo de alimentación, etc.) en las que se desarrollan. Luego, analizando cómo fue variando la comunidad de quironómidos a lo largo de un determinado período de tiempo, podemos deducir cómo fueron las características ambientales en las que vivieron las larvas e inferir condiciones o cambios pasados que impactaron a nivel local, regional o global.

A continuación, se detalla el procedimiento de extracción y análisis de estos restos y se explican los principales aportes de nuestro grupo de trabajo con relación a reconstrucciones paleoambientales en Patagonia.

¿Cómo se obtienen los restos de las larvas?

El primer paso consiste en tomar una secuencia sedimentaria (o testigo) del fondo de un lago a partir de la que se van a extraer y determinar los restos de las larvas. Para tomar esta muestra, es necesario un equipo de muestreo denominado "sacatestigos", que consiste en un cabezal que sostiene un tubo acrílico que permite tomar una columna de sedimento del fondo del lago a la manera de un sacabocado (ver Figura 4). Este tubo es bajado en posición vertical, desde un bote, con la ayuda de una soga. Una vez que el tubo toca

fondo y se entierra en el sedimento, a través de la soga que lo sostiene se envía una pequeña pieza de plomo (llamada mensajero) que acciona el sistema de cierre. Este mecanismo genera condiciones de vacío adentro del tubo permitiendo la extracción de la columna de sedimento. A continuación, el tubo con el sedimento es llevado hacia la superficie y antes de sacarlo del agua, se coloca una tapa en la parte inferior para evitar la pérdida de material (ver Figura 4). Esta columna contiene una secuencia temporal (puede contener desde cientos hasta miles de años de la historia del lago), donde los estratos inferiores son los más antiguos y los superficiales son los más recientes (ver Figura 1) (Ver Recuadro Fechado de la secuencia sedimentaria). Además de larvas de quironómidos, también pueden identificarse restos de otros organismos, como ostrácodos (pequeños crustáceos formados por un cuerpo blando y dos valvas, que pueden vivir tanto en agua dulce como en agua salada), polen (partículas reproductivas de las flores) o diatomeas (algas unicelulares de caparazón silíceo formado por dos valvas); además de variaciones en indicadores geoquímicos como el contenido de materia orgánica, sílice biogénica, metales o elementos traza.

Una vez en el laboratorio, se procede a cortar el tubo acrílico por la mitad en sentido longitudinal utilizando una sierra eléctrica. Posteriormente, se introduce una placa de cobre que facilita la apertura de la secuencia sedimentaria en mitades. Una vez abierto, se realiza una descripción general del sedimento, incluyendo la identificación de los estratos que contienen ceniza volcánica (color, posición), los cuales nos indican la ocurrencia y frecuencia de erupciones volcánicas que afectaron el ambiente. Finalmente, en frascos rotulados con etiqueta y nombre, se almacena el material de toda la columna sedimentaria, separándolo preferentemente cada 1 cm de espesor (dependiendo del objetivo del estudio), para luego realizar los análisis correspondientes.

Fechado de la secuencia sedimentaria

Uno de los análisis más importantes en este tipo de estudios es el fechado de la secuencia sedimentaria. Este proceso consiste en estimar para cada estrato de la secuencia, la fecha aproximada en la que ese sedimento fue depositado en el fondo del lago. De este modo, es posible asociar los cambios que se observen en la comunidad a lo largo de la secuencia con determinados periodos o eventos ambientales que hayan impactado en el lago a nivel local, regional y/o global. Los métodos más utilizados son la datación radiométrica y la tefrocronología. La primera estudia el decaimiento de la actividad de los isótopos ^{210}Pb , ^{137}Cs y ^{14}C mediante cálculos de sus tiempos de vida media. La masa de la muestra requerida para la medición de ^{210}Pb y ^{137}Cs (dos a cinco gramos) no se altera de forma alguna, por lo que luego puede ser utilizada para realizar otros análisis, como el contenido de materia orgánica, de sílice biogénica, de metales pesados, entre otros. Por su parte, la tefrocronología es una técnica basada en la identificación de los niveles de ceniza volcánica (o tefras) a lo largo de una secuencia sedimentaria, de modo que puedan ser asociados con un evento eruptivo de fecha conocida, en base al estudio detallado (morfológico, geoquímico, mineralógico) de sus partículas de ceniza.

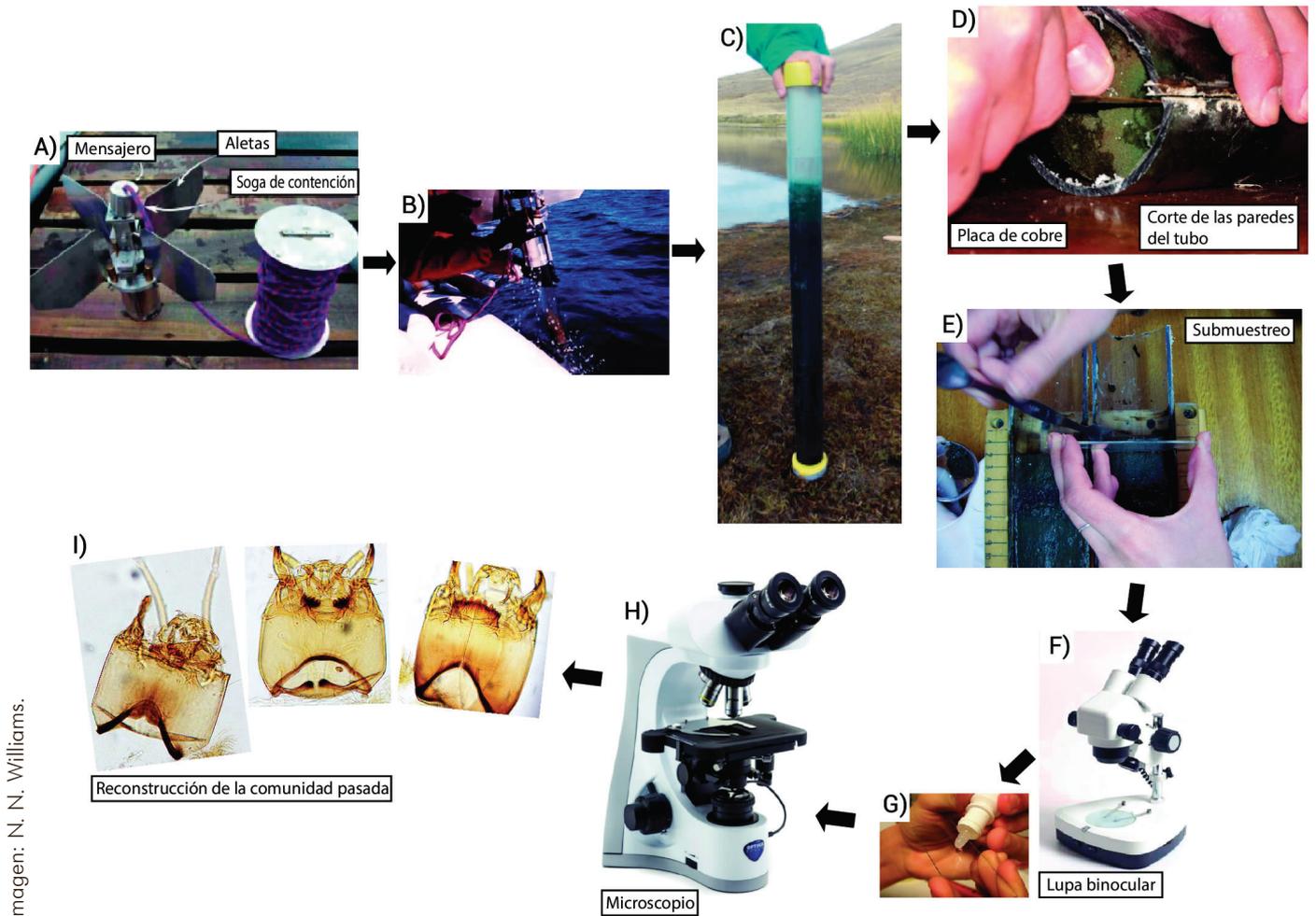


Imagen: N. N. Williams.

Figura 4. Metodología utilizada para la extracción de la secuencia sedimentaria, obtención de las submuestras y separación e identificación taxonómica de las cápsulas cefálicas de las larvas de quironómidos: A) Principales componentes del equipo de muestreo, B) Momento en el que el equipo es lanzado al agua, C) Vista general del tubo acrílico conteniendo la secuencia sedimentaria extraída del lago, D) Realización del corte longitudinal de la secuencia con ayuda de una placa de cobre, E) Submuestreo del sedimento cada 1cm de material, F) Análisis de muestras de sedimento bajo lupa binocular, G) Preparación de las cápsulas cefálicas de quironómidos entre porta y cubre objetos para ser identificadas, H) Identificación taxonómica de las cápsulas bajo microscopio óptico, I) Reconstrucción y análisis de la comunidad en el pasado.

Para la separación y determinación de los restos de quironómidos, se toma una pequeña cantidad de muestra de sedimento de cada estrato (entre uno y dos gramos), de la que se extraen las cápsulas cefálicas de las larvas, bajo una lupa binocular con la ayuda de una aguja para *picking* (que en inglés significa "recoger"). Este método insume muchísimo tiempo, ya que la extracción es manual. Dado el diminuto tamaño de estas cabezas (menos de un milímetro), y su gran abundancia, es posible obtener grandes cantidades a partir de una pequeña muestra de sedimento. Una vez extraídas del sedimento, las cabezas se colocan sobre un líquido conservante entre un portaobjetos y un cubreobjetos de vidrio, con su cara ventral dirigida hacia arriba, para luego ser observadas bajo el microscopio y así realizar la determinación y recuento de las diferentes especies (ver Figura 4). De este modo, es posible conocer la estructura de la comunidad de quironómidos a lo largo de la columna, y analizar cómo fue su evolución

a través del tiempo. Luego, mediante la aplicación de análisis estadísticos, es posible obtener diversos índices que ayudan a establecer relaciones entre las especies y el ambiente. Entonces, en base al estudio de estos restos de quironómidos, y mediante la comparación con ejemplares que viven en la actualidad (de los que ya conocemos su distribución, requerimientos ecológicos, ciclo de vida, etc.), podemos inferir características pasadas e identificar distintos impactos, ya sean de origen natural o humano. Esto nos permite conocer la respuesta de estos organismos frente a un determinado cambio y estimar el tiempo que le tomó a la comunidad recuperarse o restablecerse (lo que se conoce como "resiliencia").

Nuestras reconstrucciones en Patagonia

En la región patagónica, los impactos de origen natural están asociados principalmente al cambio climático en secuencias históricas y a la frecuente

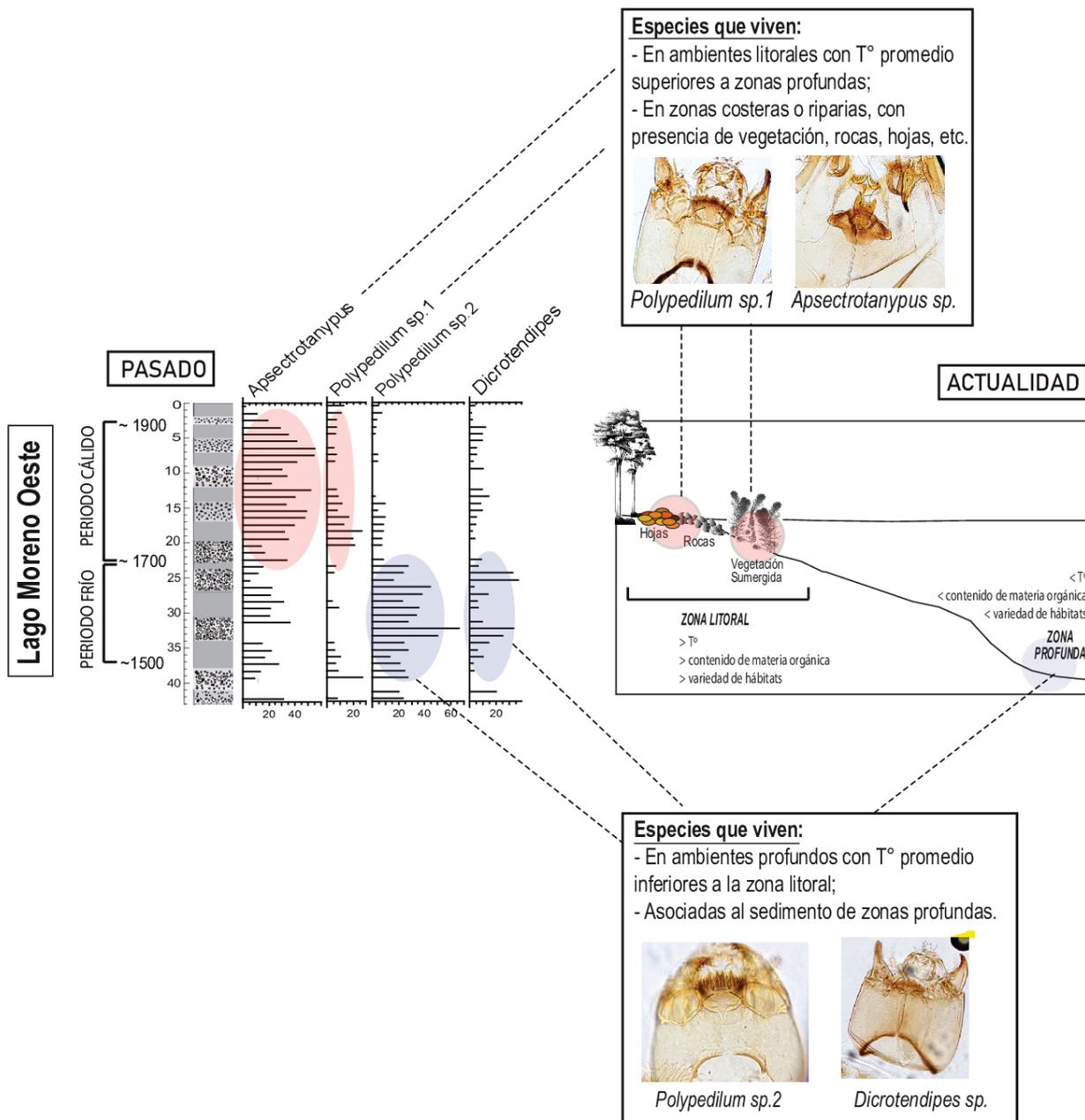


Figura 5. Representación de la secuencia sedimentaria del Lago Moreno Oeste mostrando las variaciones de los principales taxa de quironómidos (izquierda). Esquema de la distribución actual de estos taxa de quironómidos en el lago (derecha).

actividad volcánica en la zona. Dentro de esta región existen al menos 60 volcanes potencialmente activos en Argentina y Chile, y numerosos centros eruptivos menores. Estos eventos volcánicos tienen sus efectos tanto a nivel local como regional, produciendo diversos impactos en el ambiente, incluyendo los cuerpos de agua y sus comunidades.

Con relación al clima, en varios estudios de lagos de la región patagónica, se identificaron períodos climáticos a lo largo de los últimos siglos, relacionados principalmente con variaciones de temperatura o de precipitaciones. En un estudio realizado a partir de una secuencia sedimentaria tomada del Lago Moreno Oeste (San Carlos de Bariloche), fueron evidentes dos secciones con diferentes especies dominantes de

quironómidos. Una parte de esa secuencia, que abarca el período comprendido entre los años 1500 y 1700, en base a la composición y abundancia de cápsulas cefálicas, dominaron *Polypedilum sp.2* y *Dicrotendipes sp.* Si analizamos los requerimientos ecológicos actuales de estos organismos (es decir qué zona del lago es más apta para su desarrollo, incluyendo el rango de temperatura, presencia o no de vegetación, tipo de sedimento) observamos que se distinguen por vivir en las zonas profundas, caracterizadas por temperaturas bajas y sedimentos finos (con alta proporción de limo y arcilla) y sin presencia de vegetación (ver Figura 5). A partir de ello, podemos inferir que, durante esos 200 años, el clima se caracterizó por las bajas temperaturas y un alto nivel de precipitaciones. Las características de este

periodo climático también han sido reconocidas a partir de estudios dendrocronológicos (estudios realizados a partir de los anillos de crecimiento de los árboles) y de variaciones de isótopos de carbono (^{13}C) en otros lagos de la región. La coincidencia entre indicadores confirma que, entre los años 1500 y 1700, el clima en el hemisferio Sur fue más húmedo y frío que en otros períodos.

En la sección intermedia de la secuencia sedimentaria que comprende los años entre 1740 y 1900, el registro mostró la presencia dominante de otras dos especies de quironómidos: *Apsectrotanypus* sp. y *Polypedilum* sp.1. En la actualidad, estas especies habitan la zona litoral de los lagos, en la cual la temperatura promedio es mayor que en la zona profunda y donde hay un mayor desarrollo de vegetación (ver Figura 5). Esto nos sugiere que, durante ese período, el clima fue más cálido y seco. Las condiciones ambientales inferidas para este período también fueron corroboradas por estudios dendrocronológicos y de retrocesos de glaciares.

Un estudio similar fue desarrollado en un cuerpo de agua de alta montaña conocido como Lago Tonček (Cerro Catedral, San Carlos de Bariloche). Este lago se encuentra rodeado de un ambiente rocoso y casi sin desarrollo de vegetación, presenta una abrupta pendiente hacia la zona profunda y se caracteriza por congelarse durante seis a ocho meses al año, formando una capa de hielo de hasta dos metros de espesor. Estudiando los restos de quironómidos de una secuencia sedimentaria de los últimos 900 años, se reconstruyeron las condiciones pasadas, distinguiéndose cambios en la composición de comunidades como resultado de cambios en los promedios de temperatura, así como también por cambios en la frecuencia y cantidad de precipitaciones. A diferencia del Lago Moreno Oeste, los estudios en el Lago Tonček no mostraron reemplazos en las principales especies (*Pseudosmittia* sp., *Cricotopus* sp., *Apsectrotanypus* sp. y *Podonomus* sp.). El taxón dominante a lo largo de toda la secuencia fue *Pseudosmittia* sp., y entre 1450 y 1790, su abundancia fue en aumento. En la actualidad esta especie es predominantemente semiterrestre a terrestre, por lo que dicho aumento podría explicarse por el mayor desarrollo de humedales que rodean el lago como resultado del incremento de las precipitaciones. Asimismo, durante el período 1790 -1900, también se registró un aumento en la abundancia de *Cricotopus* sp. Dado que en la actualidad dicha especie es característica de la zona litoral, asociada a la vegetación acuática, el aumento en su abundancia nos estaría indicando condiciones climáticas más cálidas y menores precipitaciones, resultando en un mayor desarrollo de vegetación acuática (compuesta mayormente por musgos) y mayor disponibilidad de alimento, condición óptima para el desarrollo de *Cricotopus* sp.

Otro impacto natural son las frecuentes erupciones volcánicas, que se caracterizan por producir un efecto inmediato en la comunidad de quironómidos, especialmente disminución de su abundancia. A pesar de la inmediatez del efecto de las erupciones, una vez que las condiciones se estabilizan, la comunidad se recupera rápidamente, demostrando su alta resiliencia. Además, un efecto adicional de los eventos volcánicos es el mayor daño o desgaste en las piezas bucales de las cápsulas cefálicas, seguramente debido una mayor frecuencia o intensidad de roturas y abrasión debida a la presencia de ceniza (ver Figura 6).

Si bien a largo plazo la comunidad de quironómidos ha respondido a eventos naturales como el cambio climático y las erupciones volcánicas, a partir del siglo XX también comenzaron a evidenciarse cambios, pero esta vez asociados al desarrollo de actividades humanas en la región, como el crecimiento poblacional y los consecuentes avances en la urbanización. Por ejemplo, a partir del año 1900, tanto en el Lago Morenito como en el Moreno Oeste se observaron aumentos en las abundancias de *Cricotopus* sp., *Parapsectrocladius* sp., *Apedilum* sp. y *Ablabesmyia* sp.. En la actualidad, estos taxones se caracterizan por vivir en la zona litoral de los lagos, con presencia de abundante vegetación acuática y mayores temperaturas promedio que la zona profunda. Por lo tanto, el aumento en sus abundancias seguramente está relacionado al mayor desarrollo de vegetación asociado con la introducción de peces cerca del año 1910, las primeras edificaciones en los alrededores del lago (fundación de la Villa Llao Llao en 1937 y del hotel Llao Llao en 1938), y la construcción de un camino que aisló el lago Morenito en 1960 (ya que hasta ese momento era una bahía del lago Moreno Oeste). La introducción de peces influye directamente en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (es decir que habitan en el fondo) a través de la depredación e indirectamente debido al aumento de nutrientes y la alteración o modificación del hábitat. Por su parte, la separación del lago Morenito del lago Moreno Oeste, causó una expansión de la zona litoral y un aumento en la carga de nutrientes en ambos lagos, resultando en un aumento en el desarrollo de vegetación sumergida, generando un hábitat propicio para sostener una mayor abundancia y diversidad de especies típicas de esta zona.

Para realizar interpretaciones paleoambientales de forma más precisa, es importante contar con la mayor cantidad posible de determinaciones específicas, junto con datos acerca de sus requerimientos ecológicos actuales y de cuáles son los factores que más afectan la distribución y diversidad de las especies. Toda esta información es indispensable para respaldar la validez de las inferencias acerca de las condiciones ambientales pasadas. En la Tabla 2 se resumen los

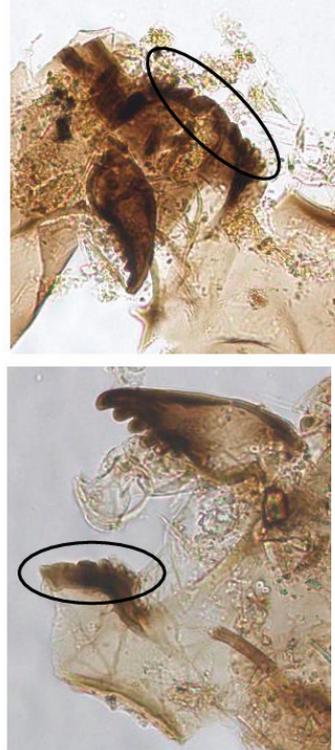
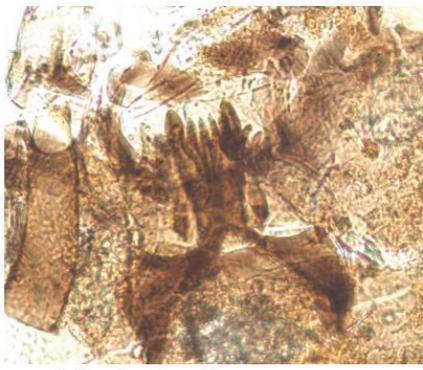
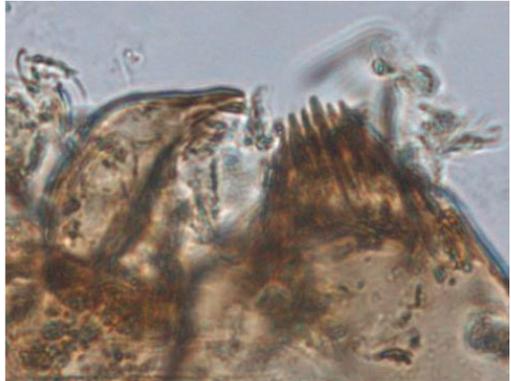
Cápsulas cefálicas en condiciones normales	Cápsulas cefálicas durante eventos volcánicos
 <p data-bbox="255 963 590 1008"><i>Pseudosmittia</i> cf. <i>P.</i> sp. 2</p>	 <p data-bbox="829 985 1324 1052"><i>Pseudosmittia</i> cf. <i>P.</i> sp. 2 con mentón notablemente desgastado.</p>
 <p data-bbox="255 1456 582 1500">Lígula de <i>Alotanypus</i> sp.</p>	 <p data-bbox="782 1478 1364 1545">Lígula de <i>Alotanypus</i> con dos de sus dientes laterales ausentes.</p>
 <p data-bbox="159 1971 686 2016">Ejemplar de la Subfamilia Podonominae</p>	 <p data-bbox="782 1948 1364 2016">Ejemplar de la Subfamilia Podonominae con desgaste en mentón y mandíbula.</p>

Imagen: N. N. Williams.

Figura 6. Cuadro comparativo entre cápsulas cefálicas de distintos taxa de quironómidos en condiciones normales y expuestas a eventos volcánicos. Se indican quiebres o desgastes en sus estructuras bucales.

principales taxones de quironómidos registrados en nuestros estudios, los períodos estacionales y tipos de sustrato en los que dominaron, sus hábitos de vida y alimentación y sus principales implicancias en estudios paleolimnológicos. Los datos actuales sobre la ecología de sus larvas proporcionan información indispensable para reconstruir los cambios pasados y, sobre esa base, permiten elaborar modelos de predicción de cambio climático y ambiental más apropiados. Además, son útiles para redefinir las acciones humanas sobre el territorio y planificar estrategias de intervención teniendo en consideración la dimensión climática.

Para finalizar

Estudios como el que presentamos en este artículo nos brindan información fundamental para evaluar el grado de amplitud de los cambios climáticos y analizar cómo impactaron sobre las comunidades lacustres. Además de las inferencias acerca del clima, el uso

de restos de larvas ha revelado diferentes efectos y tipos de respuestas frente a otro tipo de eventos naturales como las erupciones volcánicas, o frente a disturbios producidos por la actividad humana, como la urbanización y la contaminación. De este modo, no sólo es posible conocer el impacto que causaron dichos eventos sobre los ecosistemas, sino también vislumbrar cambios en los mismos en respuesta a las variaciones ambientales futuras.

Se trata de estudios multidisciplinarios que requieren del análisis conjunto de varios paleoindicadores (además de los restos de larvas de quironómidos). Esto permite procesar de forma comparativa toda la información brindada por los distintos indicadores y poder realizar así, reconstrucciones más precisas y confiables.

Agradecimientos

A la Dra. Andrea Rizzo por sus valiosos sugerencias y comentarios.

Tabla 2. Resumen de los principales taxa de quironómidos registrados en nuestros estudios, períodos estacionales y tipos de sustrato en los que fueron dominantes, aspectos de vida y alimentación, y principales implicancias en estudios paleolimnológicos.

Taxa	Subfamilia	Estación del año en la que domina	Preferencia de sustrato	Hábito alimenticio	Hábito de vida	Señales Paleolimnológicas
<i>Ablabesmyia</i> sp.	Tanypodinae Tribu Pentaneurini	Primavera-verano	Hojas sumergidas en la zona riparia	<u>Colectores-recolectores</u> (primeros estadios) <u>Depredadores</u> (últimos estadios)	Muy extendido. Litoral léntico	Indicativo de hábitos litorales, generalmente asociado a zonas riparias con abundante vegetación
<i>Apsectrotanypus</i> sp.	Tanypodinae Tribu Macropelopiini	Primavera-verano	<u>Generalista</u> , adaptado a varios tipos de sustrato	<u>Colectores-recolectores</u> (primeros estadios) <u>Depredadores</u> (últimos estadios)	Lótico	Indicativo de mayores temperaturas y zonas litorales
<i>Polypedilum</i> sp.1	Chironominae Tribu Chironomini	Añual	Generalista	Trituradores, colectores, depredadores	Léntico-lótico	Indicativo de mayores temperaturas y zonas litorales
<i>Polypedilum</i> sp.2	Chironominae Tribu Chironomini	Añual	Sedimento del fondo lacustre	Trituradores, colectores, depredadores.	Léntico-lótico	Indicativo de zonas profundas, frías y de sedimentos finos
<i>Dicrotendipes</i> sp.	Chironominae Tribu Chironomini	Primavera-verano	Sedimento de la zona sublitoral	Colectores, filtradores, raspadores	Litoral léntico	Indicativo de bajas temperaturas
<i>Apedilum</i> sp.	Chironominae Tribu Chironomini	Verano	Sobre la vegetación acuática sumergida (<i>Myriophyllum</i> sp.)		Léntico-lótico	Generalmente asociado con <i>Parachironomus</i> sp. y <i>Cricotopus</i> sp. Su presencia es indicativa de condiciones litorales y cálidas
<i>Parapsectrocladius</i> sp.	Orthoclaadiinae	Otoño-invierno	Sobre la vegetación acuática sumergida (<i>Myriophyllum</i> sp.)	Colectores, raspadores	Vegetación acuática. Ambientes poco profundos	Indicativo de zonas litorales y desarrollo de vegetación sumergida
<i>Cricotopus</i> sp.	Orthoclaadiinae	Primavera	Sobre la vegetación acuática sumergida	Colectores, raspadores	Litoral	Indicativo de zonas litorales y desarrollo de vegetación sumergida
<i>Pseudosmittia</i> cf. <i>P.</i> sp. 2	Orthoclaadiinae			Colectores, raspadores	Muy extendido. Terrestre a semiterrestre	Indicativo de menores temperaturas y aumento de precipitaciones

Glosario

Hemoglobina: hemoproteína encargada del transporte de oxígeno, y su color rojo característico se debe al hierro que constituye el grupo hemo.

Detritos: materia orgánica muerta (restos de plantas y animales) y sus microorganismos asociados.

Eutrofización: acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., que causa la proliferación de ciertas algas.

Macrófitas: formas macroscópicas de vegetación acuática.

Quitina: carbohidrato que forma una parte principal del resistente exoesqueleto de los artrópodos (arácnidos, crustáceos, insectos), de las paredes celulares de los hongos, y algunos otros animales (quetas de anélidos, perisarco de cnidarios).

Microfósil: fósil que sólo se puede estudiar con lupa o mediante un microscopio óptico o electrónico de

barrido, cuyos tamaños oscilan entre algunos milímetros y algunas decenas de micras. Los microfósiles pueden corresponder a organismos enteros, o microbiota o a fragmentos de las partes duras de organismos de mayor tamaño.

Isótopos: átomos de un mismo elemento químico que poseen el mismo número de protones, pero un número diferente de neutrones.

Paleoambiente: conjunto de características que componen el entorno de una era geológica.

Riqueza específica: se refiere al número de especies diferentes en una comunidad particular.

Sílice: Combinación de silicio con oxígeno (SiO_2) que entra en la composición de ciertos minerales;

***biogénica:** hace referencia a un producto derivado mayormente de algas silíceas y esponjas. La sílice biogénica provee un índice de la abundancia de diatomeas y en muchos sistemas, de su productividad.

Resumen

El sedimento del fondo lacustre guarda valiosa información sobre las características ambientales pasadas. Allí, se preservan los restos de diversos organismos acuáticos, incluso muchos años después de su muerte. Su estudio nos permite identificar y comprender los cambios a través del tiempo. Un ejemplo son las larvas de dípteros quironómidos (insectos "primos" de las moscas y mosquitos) que son organismos muy diversos y abundantes en los sistemas acuáticos. Aquí, explicamos cómo a partir de los restos que dejan sus larvas en el sedimento, se pueden inferir las condiciones ambientales según los cambios en la composición de las especies encontradas.

Para ampliar este tema

Holt, E. A., Miller, S. W. (2011). Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature Education Knowledge*, 2: 2-8.

Massaferró, J. (2009). Paleoecología: el uso de los quironómidos fósiles (Diptera: Chironomidae) en reconstrucciones paleoambientales durante el Cuaternario en la Patagonia. *Revista de la sociedad entomológica Argentina*, 68: 209-217.

Paggi, A. C. (2001). Diptera: Chironomidae. En: Fernández, H. R. & Domínguez, E. (eds.). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, pp. 167-193.

Williams, N., Rieradevall, M., Añón Suárez, D., Rizzo, A., Daga, R., Ribeiro Guevara, S., Arribére, M. A. (2016). Chironomids as indicators of natural and human impacts in a 700 year record from the northern Patagonian Andes. *Quaternary Research*, 86: 120-132.

Williams, N., Añón Suárez, D., Juncos, R., Donato, M., Ribeiro Guevara, S., Rizzo, A. (2020). Spatio-temporal structuring factors in the Chironomidae larvae (Insecta: Diptera) assemblages of an ultraoligotrophic lake from northern Patagonia Andean range: implications for palaeolimnological interpretations. *Hydrobiologia*, 847: 267-291.

HIDRÓGENO VERDE PARA NUESTRA TRANSICIÓN

por **Leonardo Salgado**

A mediados de mayo de este año se realizó en el Hotel Llao Llao en Bariloche, el Foro Global de Hidrógeno Verde organizado por el Gobierno de Río Negro, la entidad suiza GH2, y el Consejo Federal de Inversiones. ¿Qué es el hidrógeno verde? ¿Para qué se usa? ¿Cómo se produce? ¿Cuáles son sus beneficios, sus costos y sus riesgos? ¿Es el combustible del futuro? Para contestar a estas y otras preguntas que tenemos que hacernos, Desde la Patagonia invitó al Dr. Leonardo Salgado, investigador de CONICET y de la Universidad Nacional de Río Negro, y miembro de las Asambleas del Curru Leufu y la Asamblea Socio Ambiental de Cipolletti.

Lenta pero inexorablemente, el mundo se va quedando sin combustibles fósiles. Petróleo, carbón y gas natural, empiezan a dar señales de agotamiento, justo cuando comienzan a sentirse las primeras señales del colapso climático, cuya causa principal radica, justamente, en el uso de combustibles fósiles.

Podría ser una buena noticia (los combustibles fósiles son malos y se están acabando) pero no lo es tanto, porque si quisiéramos modificar de raíz nuestra matriz energética e ir hacia una 100% renovable, deberíamos contar con combustibles fósiles suficientes. Sin fósiles, no podremos reemplazar a los fósiles: nunca se ha construido un parque eólico utilizando solo energía eólica (y probablemente jamás podamos hacerlo).

Pasando esto último por alto, los poderes corporativos (empresas y consultoras multinacionales), en alianza con organismos supranacionales y los gobiernos del Norte Global (aquellos del llamado Primer Mundo), promueven, en respuesta a esta doble emergencia, energética y climática, electrificar todo lo electrificable de aquí al 2050 empleando fuentes de energía renova-

ble (un modelo también conocido como R.E.I.: renovable, eléctrico, industrial). Una meta que, de ser alcanzable, podría resultar infructuosa: actualmente, apenas un 20% del total de la energía mundial se consume en forma de electricidad (un 15% en Argentina), y no parece realista pensar que es posible electrificar el restante 80%. En efecto, ciertas industrias termointensivas como la siderúrgica y la cementera, y ciertas actividades como el transporte de carga pesada terrestre o en buques, o el transporte en aviones, son de difícil o imposible electrificación. Y es aquí donde el hidrógeno y sus derivados salen a la cancha.

El hidrógeno ya se usa, casi exclusivamente como insumo industrial. Anualmente, se producen en todo el mundo unas 90 millones de toneladas que se usan para la refinación del petróleo, la producción de fertilizantes nitrogenados, la obtención de acero, y otros usos. Incluso en Argentina se produce y usa mucho hidrógeno: unas 400.000 toneladas anuales. De lo que hoy se habla es de potenciar su uso como combustible (de ahí que se lo mencione como el combustible del futuro), aprovechando su condición de vector energético.

Al hidrógeno hay que producirlo, obtenerlo de otras moléculas, ya que prácticamente no existe en estado libre en nuestro planeta. Si se lo obtiene mediante electrólisis, es decir rompiendo o "craqueando" la molécula de agua con electricidad, y si esa electricidad es generada a partir de fuentes renovables, como la solar o eólica, se habla de «hidrógeno verde» (producido en forma verde, sería más correcto). Pero no es la única forma de obtenerlo; de hecho, el 90% del hidrógeno que actualmente se produce a nivel mundial (aquellas 90 millones de toneladas anuales) se obtiene a partir de combustibles fósiles, principalmente del metano o gas natural, mediante un procedimiento conocido como «reformado con vapor» (este es el llamado «hidrógeno gris»).

Los países del Norte Global están preocupados. Saben que en las próximas décadas necesitarán muchísima electricidad renovable para consumir como tal (recordemos aquello de electrificar todo lo electrificable) y -salvo excepciones- no cuentan con superficie "extra" para que los parques renovables generen electricidad y así producir el hidrógeno que necesitarán para lo que es difícil o imposible de electrificar. (Una alternativa se-

Leonardo Salgado¹

Doctor en Ciencias Naturales
lsalgado@unrn.edu.ar

DESDE LA PATAGONIA

El uso del hidrógeno en la calefacción ayuda al objetivo de decarbonización.

rían los parques eólicos *offshore*, pero no siempre los países reúnen las condiciones requeridas para ello.)

Por esa razón, han vuelto la mirada hacia aquí, hacia los países del Sur Global, donde, dicen (lo que desde aquí se suele repetir), hay baja densidad poblacional (ecos del Mito del Desierto), buenos vientos, buena radiación solar, y sobre todo, agua dulce abundante (ecos del Mito de la Abundancia), y también, aunque esto no siempre lo dicen (ni aquí repetimos), pocas industrias, de modo que no habría necesidad de ocupar superficie con molinos o paneles fotovoltaicos para la producción de hidrógeno para consumo propio.

De esta manera, en los últimos años -con gran fuerza desde 2021-, muchas empresas multinacionales, animadas por los enormes aportes de dineros públicos que los organismos nacionales y supranacionales del Norte Global destinaron a la recuperación económica post pandemia, han venido realizando convenios en dos sentidos distintos: por un lado, con empresas potencialmente grandes consumidoras y con distribuidoras del Norte Global, para la venta y distribución de hidrógeno verde; por otro lado, con gobiernos de los países del Sur Global, para la producción de ese vector energético. Nuestro país ya ha firmado un convenio (obviamente del segundo tipo) con la empresa *Fortescue Future Industries*, y la empresa *MMEX Resources Corporation* ha anunciado una millonaria «inversión» en la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (TFAIAS) con ese objetivo.

En efecto, la mayoría de los proyectos de hidrógeno verde anunciados en nuestro país posee una orientación exportadora (el caso de *Fortescue Future Industries* es clarísimo en este aspecto). Unos pocos contemplan una fase inicial orientada al consumo local. Por caso, IEASA (Integración Energética Argentina SA, la ex ENARSA), empresa energética estatal que forma parte del consorcio H2Ar (un club de empresas con intereses comunes nucleadas por Y-TEC, la empresa energética de investigación y desarrollo conformada por YPF y el CONICET), anunció en octubre de 2021 un acuerdo con el Instituto Fraunhofer de Alemania para el desarrollo del primer proyecto a gran escala de producción de hidrógeno verde en el país, en Puerto Rosales (Bahía Blanca), donde IEASA dispone de 200 hectáreas, el cual requerirá electrolizar agua de mar previamente desalinizada.



Imagen: gentileza del autor.

El proyecto bonaerense del Fraunhofer apunta, en una primera etapa, a reemplazar por verde el hidrógeno gris que actualmente se consume en el Polo Petroquímico de Ingeniero White (sobre todo para la refinación de petróleo crudo y la producción de fertilizantes) y una fase exportadora que podría comenzar en 2030. Ese mismo modelo de negocios había sido propuesto por el Instituto Fraunhofer al gobierno de Río Negro también en 2021, hasta que llegaron los australianos de la *Fortescue Future Industries* con un proyecto distinto: exportar todo de entrada.

Casi sin excepción, nuestra clase dirigente celebra la oportunidad de vender este nuevo *commodity* a los países del Norte Global (ecos del Mito de El Dorado). En realidad, son los propios norteros globales los que, a través de multinacionales financiadas por ellos mismos, procurarán producir aquí el hidrógeno que consumirán allá. Mirándolo así, las anunciadas «inversiones» (por ejemplo, los 8.400 millones de dólares del Proyecto Pampas de *Fortescue Future Industries*, o los 500 millones de dólares de *MMEX Resources Corporation* en TFAIAS) son un costo (lo que esas multinacionales estiman que les costará producir acá su hidrógeno), costo que, previsiblemente, las multinacionales procurarán reducir ni bien se les presente la oportunidad, en aras de no perder competitividad en los mercados mundiales (al fin y al cabo se trata de un negocio, y las multinacionales se deben a sus accionistas).

¿A cambio de qué? Volveré este asunto más adelante.

Técnica y ambientalmente complejo

No hay duda de que el mundo demandará más hidrógeno que el que actualmente consume, pero no sabemos bien cuánto ni para qué se lo usará. Lo que sí sabemos es que ese hidrógeno deberá ser verde, es decir, producido a partir de fuentes renovables (el hidrógeno gris debería ser abandonado cuanto antes, junto con los combustibles fósiles.)

El hidrógeno, gris, verde, o de cualquier otro color [para una descripción de los distintos tipos de hidrógeno según su modo de obtención ver el trabajo de 2022

DESDE LA PATAGONIA

Imagen: gentileza del autor.



Parques eólicos de las provincias de Neuquén y Chubut.

(p. 17, Tabla 2) de Aldana Rivera y León Peñuela que se recomienda al final de esta nota en la sección Para ampliar este tema], presenta un montón de aspectos técnicos complejos con implicancias ambientales.

El primero que mencionaré es propio del hidrógeno verde (también en parte del rosa, aquel obtenido por electrólisis, pero empleando energía nuclear), y tiene que ver con la generación eléctrica: hace falta muchísima electricidad para producir hidrógeno verde, electricidad que, como comenté, debe ser renovable. En 2021 se consumieron en Argentina unos 133 Teravatios hora (TWh) de electricidad, y para producir de manera verde las 400.000 toneladas que actualmente produce nuestro país, se necesitarían 20 TWh¹. Y para las 1.360.000 toneladas de hidrógeno verde que la empresa *Fortescue Future Industries* proyecta producir para 2038 en Río Negro, poco más de 45 TWh, casi un tercio del total de lo consumido en Argentina aquel año. Eso es un montón de electricidad renovable: pensemos que Argentina posee una potencia instalada en renovables (sin contar las grandes hidroeléctricas) de más de 5.000 Megavatios, lo que equivale a 0,005 TW. No hay que olvidar que la implantación de sistemas de captación de energía renovable requiere de grandes superficies de territorio (por ejemplo, en Río Negro, el Parque Eólico Pomona de la firma *Genneia* ocupa unas 4.500 ha con 29 molinos, y el proyecto del Parque Eólico Cerro Policía, contempla la ocupación de 5.000 ha para 91 molinos), lo que ocasiona el desplazamiento compulsivo de comunidades rurales e indígenas, la fragmentación del hábitat, la aniquilación de la fauna voladora, y un largo etcétera de impactos para todos los gustos.

Un segundo aspecto se vincula con su almacenamiento y transporte. El hidrógeno es un gas muy liviano, el más liviano de todos, y para transportarlo en for-

ma gaseosa hay que comprimirlo mucho (entre 300 y 700 bar) y en forma líquida hay que enfriarlo mucho (-253°C), todo lo cual requiere de mucha electricidad (que, nuevamente, debe ser renovable). Actualmente se lo produce allí donde se lo consume, pero producirlo aquí para mandarlo por barco y consumirlo a 7.000 km de distancia suena a cosa descabellada. Por eso se piensa en transportarlo en forma de amoníaco (NH_3), pero claro, para ello ese amoníaco debería sintetizarse a partir de hidrógeno verde, lo que supone un gran consumo de electricidad que se suma al anterior. Y además, el amoníaco huele mal, es tóxico, corrosivo e irritante a la piel, ojos y pulmones, incluso en bajas concentraciones, cosa de la que también poco se habla.

Al de la generación eléctrica y el almacenamiento y transporte se suma el tema del agua. Como comenté, para producir hidrógeno verde hace falta agua dulce (no menos de 10 litros de agua dulce por kilo de hidrógeno, aunque los valores varían mucho en función de las condiciones). Por lo tanto, la producción de hidrógeno verde debería pensarse muy bien, priorizando siempre la disponibilidad del recurso para consumo domiciliario y la producción de alimentos sanos, máxime en medio de una crisis hídrica como la que enfrentamos. Obviamente pensando en esta generación y en las siguientes, ya que la crisis hídrica se profundizará, al menos en Norpatagonia.

En nuestro país, los proyectos anunciados para las provincias de Río Negro y TFAIAS proponen una solución a este problema, la misma que propone el Instituto Fraunhofer para el sur de la provincia de Buenos Aires: la desalinización del agua del mar (lo que supone más electricidad renovable, es decir, más superficie a ocupar por parques renovables). Sin embargo, esta solución acarrea otros problemas, siendo el más notorio de ellos el destino final de la salmuera que se genera durante el proceso (en promedio, un litro y medio de salmuera por cada litro de agua dulce obtenida). En Río Negro, la producción anual de las 1.360.000 toneladas de hi-

¹El Teravatio (TW) es una unidad de potencia y el Teravatio hora (TWh) es una unidad de energía. El prefijo "tera" equivale a 10 elevado a la potencia 12, o sea, un uno seguido de 12 ceros (equivale a 1000 gigas).

DESDE LA PATAGONIA

drógeno verde que *Fortescue Future Industries* proyecta para 2038 generará volúmenes enormes de salmuera, la cual sin duda pretenderá verterse en el Golfo San Matías, un golfo cuya particular dinámica de circulación de sus aguas hará que ese vertido (que será constante mientras dure el proyecto, es decir ¡entre 50 y 75 años!) afecte irreversiblemente los ecosistemas marino-costeros que dan fama a la zona. Para peor, el complejo industrial que la multinacional australiana levantará en Playas Doradas (Sierra Grande), en una superficie no menor a las 500 ha, se localizará entre dos áreas naturales protegidas, el Parque Nacional Islote Lobos, al norte, y el Área Natural Protegida Provincial Puerto Lobos, al sur, a muy pocos kilómetros de cada una de ellas. Áreas protegidas que, de concretarse el proyecto, quedarán muy desprotegidas, por cuanto dicho complejo industrial incluirá una planta para la electrólisis, otra para la síntesis de amoníaco, otra para la desalinización, tanques enormes para el almacenamiento de hidrógeno y amoníaco, y un puerto de aguas profundas para buques de gran porte, todo lo cual pondrá en serio peligro el cumplimiento de los objetivos de conservación de ambas. Como también lo hará la instalación de un puerto petrolero exactamente en ese mismo punto, desde septiembre de 2022, que fue posible gracias a la modificación de la Ley provincial N° 3.308 que protegía al golfo San Matías de la industria petrolera.

¿A cambio de qué?

Puede sonar a mercantilismo plantearlo en estos términos, pero, ¿qué obtienen el país y las provincias con los proyectos anunciados? Definitivamente nada que aporte a los compromisos climáticos asumidos por nuestro país o (en el caso del proyecto de *Fortescue Future Industries*) por la provincia de Río Negro. En efecto, tanto en la segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) actualizada por el gobierno nacional en octubre de 2021, como en el Plan Provincial de Respuesta al Cambio Climático 2022-2030 presentado por el gobierno de Río Negro en febrero de 2023, el hidrógeno ocupa un lugar muy marginal.

Tampoco es claro que signifique un aporte en términos de puestos de trabajo, al menos que beneficien a la población de las provincias involucradas (sobre todo a la parte de la población que se halla actualmente desocupada o subocupada). En todo caso, más que el dato suelto de los puestos de trabajo, debería tomarse en cuenta el impacto que estos proyectos causarán en las economías locales, considerando, por supuesto, las expectativas e intereses de las comunidades, respetando

sus actividades tradicionales e idiosincrasia.

¿El ingreso de divisas? Este argumento no se sostiene, desde el momento que el proyecto de ley presentado al Congreso por el Poder Ejecutivo los últimos días de mayo de 2023 garantiza a las empresas que lleven adelante los proyectos el 50% de disponibilidad de divisas, aunque estas ya presionan exigiendo la disponibilidad del 100% de los dólares, necesarios, dicen, para cubrir sus importaciones y el pago de sus deudas. Independientemente de lo anterior, es claro que no debería ponerse la obtención de divisas como objetivo principal de nada: las actividades económicas deben ser social y ambientalmente sostenibles, y si generan divisas, mejor.

¿Qué hay del aporte tecnológico nacional? El proyecto de ley presentado por el Ejecutivo establece la exigencia de un creciente aporte nacional en los equipos. Las plantas de producción de hidrógeno verde, incluyendo equipos electrolizadores y sus parques de generación de energía eléctrica de fuente renovable vinculados, de entrada deberán contar, de mínima, con un 35% de contenido nacional, y con un 50% desde el año 11 y hasta el final de la promoción en el año 30. Obviamente, las empresas preferirán opciones tecnológicas propias. Por caso, *Fortescue Future Industries*, quien ya puso el grito en el cielo por esta razón, está construyendo su propia fábrica de electrolizadores en Gladstone (Queensland, Australia) y es lógico que quieran instalar sus propios electrolizadores en nuestra provincia (y en todos lados). Lo mismo podría suceder con los aerogeneradores.

Hidrógeno para nuestra transición

Sin duda el hidrógeno es una muy buena noticia. Tranquiliza saber que, sin combustibles fósiles, podremos contar con esa molécula para el funcionamiento de nuestras sociedades. Pero claro, nuestras sociedades deberán funcionar de una manera muy distinta a la actual, porque las energías renovables solas (incluyendo al hidrógeno y sus derivados) no podrán sostener todo lo que, para bien o para mal, hemos hecho con combustibles fósiles, sobre todo desde la posguerra a esta parte.

Argentina podría producir su propio hidrógeno. Contamos con personas altamente calificadas en estudios sobre hidrógeno. Fuimos pioneros continentales en el tema. Podríamos eventualmente exportar el excedente, si lo hubiere, a países de la región, en el marco de acuerdos de integración. Claro, los países de la región tienen sus propios proyectos de hidrógeno, pero ello no implica que debamos vernos como competidores y desistir de establecer acuerdos de este tipo que incluyan al hidrógeno y sus derivados.

DESDE LA PATAGONIA

Tampoco *a priori* se podría cerrar la puerta a la producción de combustibles sintéticos y su eventual exportación. De lo que debemos cuidarnos es de convertirnos en colonia energética del Norte Global: nada bueno puede resultar de ello.

«Aquí no hay mercado interno» reza el discurso justificador de la condición exportadora de los megaproyectos de hidrógeno anunciados en nuestro país. Como vimos, eso no es cierto: producimos y consumimos 400.000 toneladas anuales de hidrógeno del tipo gris. ¿Por qué, entonces, no comenzar produciendo de forma verde ese hidrógeno? Si bien la producción de hidrógeno verde para la industria fósil podría interpretarse como una estrategia de «lavado verde» o *greenwashing*, al menos contribuiría a la descarbonización de ese sector: sería un paso (apenas un pasito, tímido e insuficiente) en la dirección correcta.

Seguramente aquí nos encontraremos con otro obstáculo, y es el que pondrán seguramente las petroleras que ya producen y usan ese hidrógeno. Se entiende: el «enverdecimiento» de todo ese hidrógeno les supondría montar una infraestructura extra (parques eólicos, electrolizadores, acueductos) o directamente renunciar a producir su propio hidrógeno. Probablemente, lo que terminarán haciendo las petroleras será adoptar algún método de captura, uso y almacenamiento de CO₂ (CCUS por sus siglas en inglés) (lo que también requiere de infraestructura si vamos al caso), y continuar produciendo hidrógeno a base de gas natural: el llamado «hidrógeno azul», un tipo de hidrógeno que pretende mostrarse, no limpio 100% pero «bajo en emisiones» (si bien es poco probable que puedan alcanzarse tasas de captura de CO₂ significativas). De hecho, el proyecto de ley que el Ejecutivo presentó al Congreso no promueve solo el hidrógeno verde, sino también el azul (gas) y el rosa (nuclear), aunque se otorgan al primero, el único renovable de los tres, algunos beneficios especiales.

Para terminar

La transición no deberá ser solo energética, sino ecosocial. La transición energética no deberá ser solo un cambio de matriz, sino del sistema en su totalidad, como no se cansan de insistir Pablo Bertinat y Jorge Chemes, del Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario, y del Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE) de la Universidad Nacional de Río Negro, respectivamente.

La transición energética debería tender a transformar todo el sistema energético nacional, así como en su momento el dominio de la electricidad transformó todo el sistema de producción, transporte y utilización de la

energía. De nada sirve producir grandes cantidades de hidrógeno si solo se lo destina a exportación, en lugar de intentar reconvertir el sistema energético argentino, sobre todo en lo que respecta al transporte vehicular de carga y de pasajeros. Además, la instalación de pequeños sistemas autónomos de generación de energía, almacenamiento con hidrógeno y reconversión a electricidad mediante celdas de combustible (dentro de las cuales se produce la reacción inversa a la electrólisis: se oxida el hidrógeno y se obtiene electricidad), podría cambiar la calidad de vida en localidades a las que no llega el sistema eléctrico interconectado.

El aporte de la ciencia y la tecnología en estas transiciones será fundamental: sin ciencia y tecnología, no será posible realizar las transiciones que nos proponemos. Sin ciencias en plural, incluyendo sobre todo a las ciencias sociales (y no hablo solo de la Economía). Nuestro país cuenta con numerosos grupos de investigación en ciencias sociales que abordan los impactos negativos que causan estos emprendimientos neoextractivistas en nuestros cuerpos y territorios: esas voces deberían ser escuchadas.

Y sobre todo debería escucharse a las comunidades. La transición (o transiciones) no es algo que debemos dejar en manos de las ciencias, porque en el fondo -y no tan en el fondo-, el de la transición es un asunto político, que implica a las ciencias, pero profundamente político.

Al final,

«Pensé que de política no iba a hablar pero ahora que recuerdo, política hacemos todos al caminar.»
(Raly Barrionuevo, Ey Paisano)

Para ampliar este tema

- Aldana Rivera, S. E. y León Peñuela, F. A. 2022. *Hidrógeno en Colombia: si se hace mal, podría ser peor. Reflexiones sobre su apuesta*. Fundación Heinrich Böll, Oficina Bogotá-Colombia, 124 pp.
- Bertinat, P. y Chemes, J. 2021. Las transiciones energéticas ¿corporativas o populares? El Cohete a la Luna. 18 de julio de 2021, [Disponible en Internet].
- Chemes, J. y Proaño, M. 2021. Hidrógeno verde: ¿Transición energética o mayor dependencia? Agencia Tierra Viva y revista Crítica. Blog Agencia Tierra Viva, [Disponible en Internet].
- Salgado, L. y Scandizzo, H. 2021. ¿Humo verde? La promoción del hidrógeno como vector energético. Blog del Observatorio Petrolero Sur. Noviembre de 2021, [Disponible en Internet].
- Scandizzo, H. y Salgado, L. 2022. El hidrógeno en la senda del neocolonialismo verde. Blog ContrahegemoníaWeb. Octubre de 2022, [Disponible en Internet].

DESDE LA PATAGONIA

NUEVA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En la Universidad Nacional del Comahue se dio inicio al dictado de la maestría en Gestión de la Biodiversidad, destinada a profesionales que quieran adquirir o actualizar conceptos y habilidades para el correcto desarrollo de la gestión de los recursos naturales.

por Roberto D. García y Melisa Blackhall

La primera cohorte de la flamante Maestría en Gestión de la Biodiversidad de la Universidad Nacional del Comahue empezó a cursarse en marzo de este año. Esta nueva oferta académica de la sede Bariloche de la Universidad ha sido requerida históricamente por organismos públicos, tanto regionales como nacionales, organizaciones no gubernamentales y consultoras medioambientales. La gran demanda se debe a la complejización de las relaciones de la sociedad con la biodiversidad, lo que ha llevado a una fuerte presión sobre los recursos naturales. El desarrollo económico y la expansión urbana suelen entrar en conflicto con la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas. Es por ello que, cada vez con mayor frecuencia, los profesionales encargados de la gestión sustentable del territorio se enfrentan con disputas generadas por la incertidumbre y por la propia complejidad de los ecosistemas.

El rápido avance conceptual y metodológico en las disciplinas medioambientales implica que los profesionales deban poseer un amplio abanico de herramientas para la toma de decisiones. En efecto, el abordaje integral de los conflictos socio-ambientales requiere de profesionales altamente capacitados para dar respuestas prácticas y actualizadas. Es en este marco que se planificó la Maestría en Gestión de la Biodiversidad, destinada a formar y fortalecer las competencias de profesionales en el manejo sostenible de la biodiversidad y de los sistemas ecológicos.

El objetivo de esta formación de postgrado es que los profesionales profundicen sus conocimientos en el entendimiento de las múltiples interrelaciones que subyacen en estos sistemas en todas sus escalas y en contextos ambientales relevantes a la gestión de la biodiversidad. Durante las cursadas se brindan herramientas de análisis y modelaje de problemas ecológicos relevantes al manejo de especies e interacciones, y de análisis espacial para un adecuado ordenamiento y planificación desde una mirada multidisciplinaria, multicultural, multiescala y multicriterio.

La maestría, destinada a profesionales de grado universitario de las ciencias ambientales, biológicas, agronómicas, forestales o afines, tiene una duración de



Imagen: Difusión UNCo Bariloche.

Primera cohorte de estudiantes de la Maestría en Gestión de la Biodiversidad.

dos años de cursada más la elaboración de una tesis, otorgando el título de Magíster en Gestión de la Biodiversidad con validez nacional aprobado por CONEAU (Resolución CONEAU IF-2021-83527319). La carrera posee una modalidad de cursado presencial en la sede Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue en formato bimodal de materias y cursos intensivos. Las materias se dictan en una franja horaria accesible para quienes trabajan (de 16 a 19 horas) y los cursos son intensivos pero acotados a una semana de duración por curso. Esta maestría cuenta con un módulo de conceptos con materias introductorias, seguido de un módulo de herramientas y un módulo de formación superior. En estos dos últimos, el profesional puede elegir cursar las materias y cursos que considere más apropiados a las problemáticas que enfrenta.

El equipo educativo de la maestría está formado por 30 docentes de reconocida trayectoria nacional e internacional en el ámbito académico-profesional, algunos de los cuales se encuentran en el top 20 de los ecólogos más importantes del país, según la plataforma research.com.

Para más información, inscripción y aranceles de esta maestría consultar en:

<https://posgrado.crub.uncoma.edu.ar>
o escribiendo a maestriabiodiversidad@gmail.com

BRIOFITAS DE LA PATAGONIA

MUSGOS, SUS PARIENTES Y ASOCIADOS

¿Conocemos toda la diversidad vegetal que habita la Patagonia? La respuesta es no y aquí se invita a conocer a unas plantas olvidadas: las briofitas.

Agustina Celeste Cottet

Usualmente, cuando se contemplan los bosques o las estepas patagónicas, se observan los árboles o los dorados pastos mecidos por el viento. Pero al entrar a un bosque ¿qué es lo que se ve?, ¿y al contemplar la estepa? Seguramente se piensa en organismos como árboles, arbustos, pastos o aves. Este artículo invita a pensar qué son esos tapices verdes, o a veces marrones, que cubren los árboles o el suelo. Pues, estos tapices se conforman de múltiples organismos como helechos, hongos, líquenes, algas y briofitas. La intención de este escrito es dar a conocer a este último grupo y que, en una próxima salida, se vea que allí están luciendo su belleza y sobre todo que se sepa que las briofitas están realizando múltiples roles en los ambientes que habitan.

¿Qué son las briofitas?

Son pequeñas plantas verdes que, como tales, hacen fotosíntesis, poseen como sustancia de reserva almidón y sus paredes están constituidas por celulosa (igual que las plantas vasculares). Los organismos incluidos en este grupo carecen de órganos diferenciados y de tejidos de conducción verdaderos (que en cambio sí están presentes en plantas vasculares) y se dispersan por esporas (como los hongos, los helechos y las algas). Las briofitas presentan una gran diversidad morfológica, que ya abordaremos. Poseen un ciclo

de vida característico dependiente del agua, que presenta dos fases, una vegetativa dominante (el gametofito) y una reproductiva de formación de esporas (el esporofito). Por ser dependientes del agua, las briofitas podrían considerarse los representantes anfibios de las plantas. Estas plantas han sido, en la historia de la Tierra, las primeras en conquistar los ambientes terrestres. Existen registros de briofitas de 472 millones de años, mientras que los registros de plantas vasculares más antiguos datan de 400 millones de años.

Actualmente se conocen cerca de 20.000 especies de briofitas distribuidas en todo el mundo. Después de las plantas con flor, son el grupo más diverso de vegetales terrestres del globo. El término briofita proviene del latín *bryon* y griego *brunon*, musgo, y *phyton* planta. Estas se dividen en tres grupos: los antocerotes, las hepáticas y, por mucho los más conocidos y quienes dieron el nombre al grupo, los musgos (ver Figura 1). Popularmente, el término musgo se emplea para cualquiera de estas pequeñas y llamativas plantas. Sin embargo, existen múltiples diferencias entre estos grupos, algunas observables a simple vista o con una lupa de mano y otras para las que se requiere de instrumentos ópticos como lupa electrónica y microscopio (ver Recuadro 1).

Aspectos ecológicos e importancia

Estas plantas, por su ciclo de vida dependiente del agua, se distribuyen mayormente en regiones húmedas del mundo. Sin embargo, presentan una gran versatilidad adaptativa que le ha permitido conquistar una gran diversidad de ambientes; poseen representantes desde el polo Ártico al Antártico, y únicamente no proliferan en los océanos (ver Figuras 2A y 2B). Los sustratos en los que se desarrollan son cortezas de troncos o ramas de árboles y arbustos, hojas, cuerpos fructíferos fúngicos, hojarasca, madera en descomposición, restos animales, rocas, suelo, sustratos artificiales, entre otros (ver Figuras 2C y 2D). Aunque el rol ecológico de las briofitas suele pasar desapercibido para las poblaciones humanas, estos

Palabras clave: antocerotes, diversidad, hepáticas, relevamientos, simbiosis.

Agustina Celeste Cottet¹

Dra. en Biología
agustina.c.cottet@gmail.com

¹ Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo).

Recibido: 10/04/2023. Aceptado: 15/05/2023.



Imagen: A. C. Cottet.

Figura 1. Fotografías de musgos y sus parientes. A) Antocerote. B) Hepática talosa. C) Hepática foliosa. D) Musgo.

organismos son muy importantes en los ecosistemas por encontrarse entre los pioneros en las sucesiones que surgen en los ambientes naturales luego de disturbios (como fuego, ganado, o construcción de caminos, entre otros). Estas plantas posibilitan la recolonización de las áreas disturbadas por parte de otras especies, evitan la erosión y favorecen la consolidación de los perfiles de los suelos afectados, permitiendo su restauración y aumentando la humedad y la cantidad de materia orgánica disponible.

La unión hace la fuerza

Del mismo modo que a los helechos y a otras plantas con flor y sin flor, a las briofitas se las ha encontrado asociadas a hongos y cianobacterias. Las cianobacterias son un grupo de bacterias capaces de realizar fotosíntesis y obtener nitrógeno atmosférico (algo que no pueden hacer las plantas). Su nombre puede traducirse como "bacterias azules", pues el prefijo "ciano" hace referencia a su color verde-azulado característico. Algunas briofitas, como los antocerotes,

Breve descripción de los musgos y sus parientes

Los antocerotes son el grupo más pequeño de briofitas. Tienen gametofitos talosos (ver Glosario) con poca diferenciación, pueden tener un número variable de células de espesor, y generalmente poseen coloración verde oscuro a claro. La porción adherida al sustrato tiene rizoides unicelulares y puede contener cámaras de aire, abiertas hacia el exterior por poros, con agregados simbióticos de cianobacterias del género *Nostoc* (ver Figura 1A). Las hepáticas por su parte, pueden presentar tanto gametofitos talosos como foliosos (ver Glosario) y tener distintos grados de complejidad; sus rizoides son unicelulares y se encuentran en las porciones ventrales o proximales adheridas al sustrato (ver Figuras 1B y 1C). Por último, los musgos son el grupo más diverso y complejo de las briofitas; tienen gametofitos foliosos con rizoides multicelulares y variadas formas de crecimiento, desde rastreras a erectas (ver Figura 1D). Una aclaración importante es que los rizoides de las briofitas se consideran estructuras de fijación y no de absorción, como ocurre con las raíces de las plantas vasculares.



Imagen: A. C. Cottet.

Figura 2. Ejemplos de briofitas en distintos ambientes y sobre distintos sustratos. A) Géiseres en el norte neuquino. B) Musgos sobre suelo en ambientes semiáridos en Santa Cruz. C) Musgos sobre corteza. D) Briofitas creciendo sobre chapas de fibrocemento.

albergan agregados de estas cianobacterias en su interior, de esta manera la planta provee un refugio al agregado y las cianobacterias brindan nitrógeno modificado de manera tal que la planta lo pueda utilizar (ver Figuras 3A y 3B).

Por su parte, con los hongos las briofitas pueden establecer relaciones desde parásitas hasta mutualistas. En particular, las relaciones de tipo micorrícicas son una íntima relación simbiótica (ver Glosario), entre un hongo y la raíz de una planta (u otra estructura en contacto con el suelo). Es importante resaltar que, la asociación briofita-hongo presenta estructuras y funciones semejantes a las que se observan en las micorrizas de las raíces de las plantas vasculares (ver Figuras 3D y 3E). Las micorrizas juegan un rol ecológico clave en el desarrollo de las briofitas permitiéndoles el establecimiento en ambientes extremos -tales como suelos pobres en materia orgánica-, o proporcionándoles resistencia a patógenos. Dada

la importancia ecológica de las briofitas y de las asociaciones micorrícicas en los ambientes naturales, es relevante y necesario estudiarlas y tenerlas en cuenta en estudios de impacto y en medidas de restauración post disturbios.

¿Qué se sabe en la Argentina?

En nuestro país, los aportes más relevantes referidos a la diversidad de briofitas comenzaron a finales del siglo XIX y fueron ahondados de forma más regular y continua a mediados del siglo XX, principalmente en bosques del noroeste argentino y de la región andino-patagónica.

Específicamente en la Patagonia argentina, el conocimiento de la diversidad de briofitas es disperso y está enfocado principalmente en trabajos realizados en Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur sobre grupos particulares y en estudios de la flora de musgos de los bosques valdivianos al noroeste de las

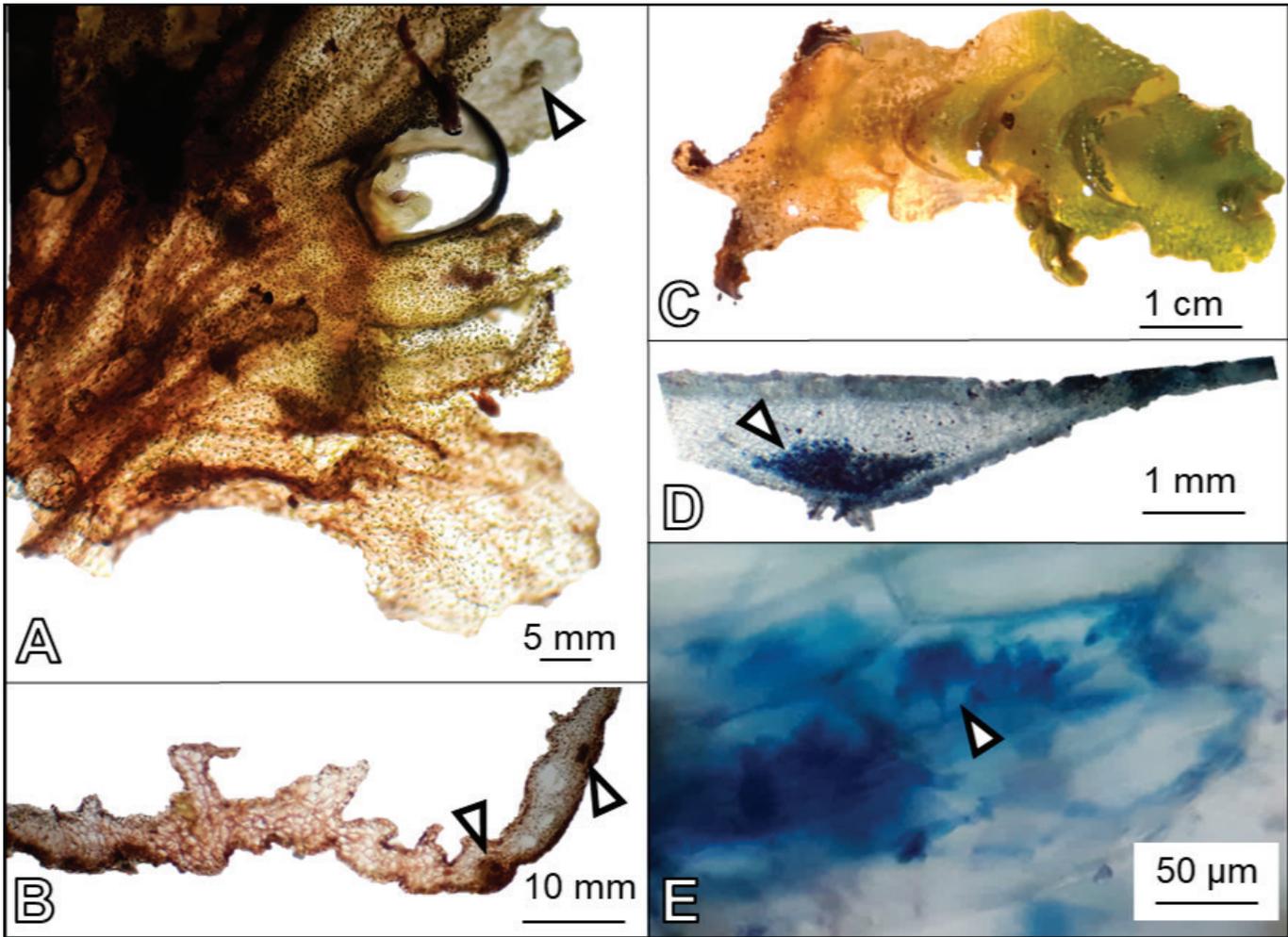


Imagen: A. C. Cottet.

Figura 3. Organismos asociados con las briofitas, cianobacterias y micorrizas. A) Antocerotes con cámaras de cianobacterias (▽). B) Corte transversal de un antocerote con agregado de cianobacterias (▽). C) Aspecto general de una hepática talosa. D) Corte transversal de una hepática talosa teñida, con colonización de micorrizas (▽). E) Colonización de micorrizas en una hepática talosa (▽).

provincias de Río Negro y Chubut. A pesar de estos antecedentes, el conocimiento sobre la diversidad de briofitas en la Patagonia argentina es escaso. En cuanto al conocimiento de las interacciones entre briofitas y hongos en la Argentina, existe un conocimiento muy limitado, los estudios se acotan a micorrizas en pocas especies de briofitas en cultivos artificiales y a recientes trabajos referidos a briofitas surgidos en el marco de la formación profesional de la autora.

¿Cómo se estudian las briofitas?

Una de las grandes limitantes que existen para el estudio de estos organismos, se encuentra en su pequeño tamaño y en la dificultad que representa identificarlas en las observaciones de campo, debido a la gran similitud que presentan entre las distintas especies. Sumado a esto, las briofitas suelen crecer en parches multiespecíficos. Esto significa que cuando se ve un grupo de estas plantas, seguramente se encuentren

presentes especímenes de numerosas especies. Es por todo esto que para poder relevar la diversidad de briofitas se requiere utilizar lupa y microscopio y, sobre todo, mucha paciencia. Para ello se deben tener las muestras que son obtenidas en campañas de muestreo. La metodología más utilizada es la caminata al azar, que consiste en recorrer un sitio y extraer especímenes que tengan apariencias morfológicas distintas. Luego el material se coloca en bolsas de papel madera debidamente rotuladas y posteriormente se llevan al laboratorio para su procesamiento (ver Figura 4A). Una vez allí, las muestras son limpiadas, secadas y congeladas, para evitar que otros organismos como hongos o insectos las deterioren.

Para la identificación de las especies presentes en cada muestra, se debe observar la morfología y la anatomía de todas las estructuras de la planta. Con la observación de estos caracteres, en su mayoría microscópicos, se identifica cada especie.

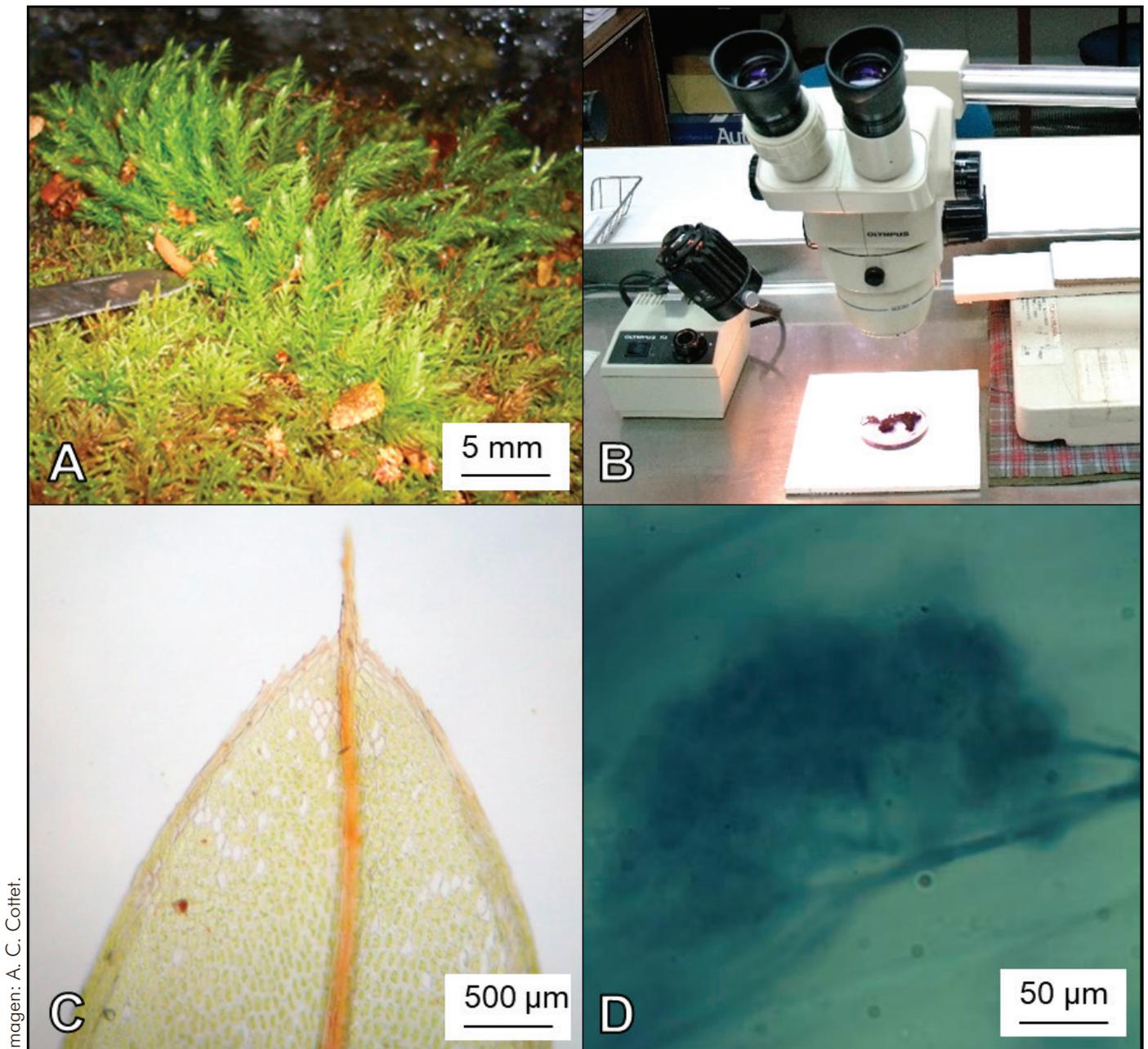


Imagen: A. C. Cottet.

Figura 4. Ilustración de la metodología de trabajo. A) Colección de las muestras necesarias para identificar. B) Elementos ópticos empleados para la identificación y caracterización de las briofitas y sus asociaciones. C) Ejemplo de estructuras de un musgo observadas en microscopio. D) Colonización de micorrizas observadas en un microscopio.

Lamentablemente, sin esta observación en el laboratorio son realmente pocas las briofitas que pueden ser identificadas en el campo (ver Figura 4B). Es por esto que los catálogos o guías de campo que permiten su reconocimiento son escasos, muy distinto a lo que ocurre con las plantas vasculares que cuentan con excelentes guías de campo y catálogos regionales.

Para poder conocer los simbiontes de las briofitas el proceso es un poco más largo. En el caso de las cianobacterias se deben cortar las plantas y ver si existen o no agregados. Cuando se encuentran presentes deben ser preparadas y analizadas bajo microscopio. Mientras que, para observar los hongos micorrícicos, se requiere de una tinción con colorantes

exclusivos para hongos. Una vez teñidos, recién ahí pueden ser observados y analizados (cómo son, cómo y cuánto coloniza la planta) (ver Figura 3B).

Recorrer explorando la Patagonia

El Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue tiene una larga historia de realizar estudios en distintos ecosistemas andino-patagónicos, muchos de ellos, que abordan la diversidad y ecología de múltiples organismos. A pesar de esto, las briofitas han sido poco contempladas. En 1995 se desarrolló una tesis para optar al grado de Licenciada en Ciencias Biológicas sobre estos grupos de organismos abocada a los musgos de Puerto

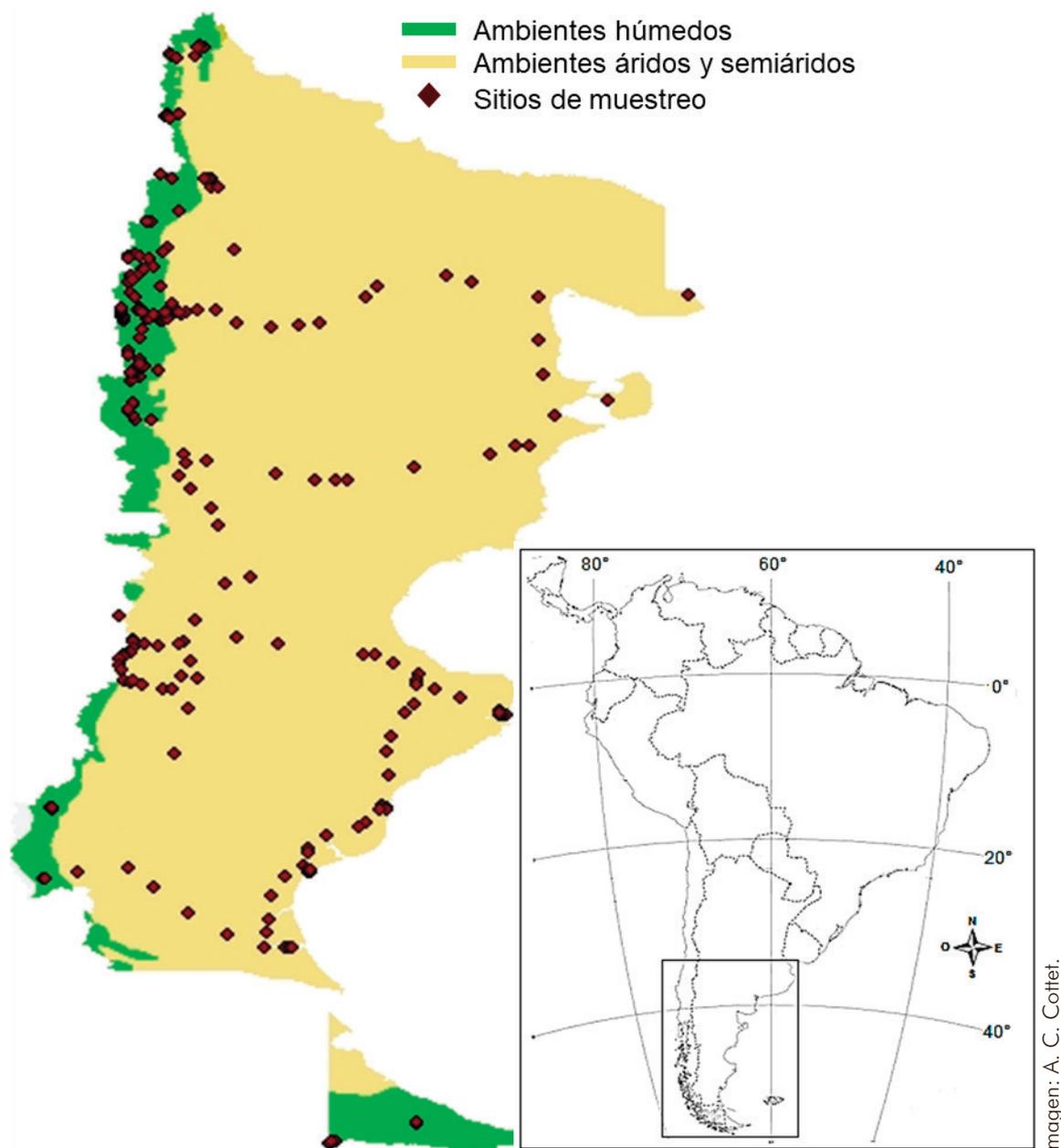


Figura 5. Mapa de los sitios de muestro, ilustrando los ambientes húmedos, áridos y semiáridos de la Patagonia argentina.

Blest (Parque Nacional Nahuel Huapi). Recién 20 años después se volvió a desarrollar otra tesis, que abordaba los musgos del Jardín Botánico del Parque Nacional Lago Puelo. Veinte años es mucho tiempo, ¿no? A pesar de estos antecedentes, las briofitas han sido poco contempladas en estudios locales. Este grupo aún necesita estudios que permitan conocer su diversidad, distribución, rol ecológico y sus relaciones con otros organismos. En vistas de esto es que, para las briofitas, los tiempos de exploradores como Humboldt o Hooker aún se encuentran vigentes.

Un ejemplo de este enfoque exploratorio fue llevado a cabo por la autora entre los años 2016 y 2022 que tuvo como objetivo general estudiar las briofitas de la Patagonia argentina y sus relaciones micorrícicas.

Como objetivos específicos se plantearon: contribuir al conocimiento de la diversidad de briofitas presentes en la Patagonia, evaluar si existen diferencias en la colonización de micorrizas dependiendo del tipo de briofita (antocerotes, hepáticas o musgos), del ambiente (húmedos, áridos y semiáridos) y del tipo de gametofito (folioso o taloso). Para ello se establecieron 269 sitios de muestreo y se analizaron 562 muestras provenientes de distintos ambientes de la Patagonia argentina (ver Figura 5). En base a estos materiales, se identificaron 235 especies de briofitas. De ellas, 3 correspondieron a antocerotes, 80 a hepáticas y 152 a musgos, lo que muestra que los musgos son notablemente más diversos que sus parientes. En relación a esto, y al tipo de gametofito de los musgos, predominaron las especies

que poseen gametofitos foliosos. Del total de especies identificadas, 99 presentan novedades de diversidad, desde continentales hasta regionales (ver Figura 5). Respecto a la presencia de micorrizas, se encontró únicamente en 11 de las 235 especies sin embargo se observaron estructuras fúngicas en 176 briofitas. Esto puede significar que se están estableciendo distintos tipos de relaciones que deben ser estudiados en investigaciones futuras. Además, se observó que la colonización micorrícica estuvo presente solo en antocerotes y hepáticas, que ocurrió principalmente en gametofitos talosos y que la dependencia del ambiente (húmedo o árido y semiárido) no mostró un patrón claro. Este trabajo constituyó el primer relevamiento de la ocurrencia y el estatus micorrícico de briofitas de la Patagonia.

Entonces...

Invito a mirar, a buscar, a ver hacia el suelo o sobre los troncos en cualquier punto de la Patagonia o del globo (que no sea mar). Allí están las briofitas y se pueden contemplar sabiendo que, además de ser seres muy vistosos, son organismos que de manera silenciosa están aportando su gran granito de arena al entramado que ocurre en los diversos ambientes.

Resumen

En este artículo se repasan las características distintivas de las briofitas, su importancia ecológica, sus asociaciones y la forma de estudiarlas. Además, se muestra un ejemplo de investigación realizado en la Patagonia argentina, donde se mencionan algunos de los resultados más destacados que se obtuvieron. Entre ellos se encuentran el relevamiento de 235 especies de briofitas, de las cuales 99 presentan novedades de diversidad, desde continentales hasta regionales. Respecto a la presencia de micorrizas, se encontró únicamente en 11 de las 235 especies sin embargo se observaron estructuras fúngicas en 176 de las especies estudiadas.

52

Glosario

Folioso: que tiene hojas, en hepáticas gametofito con hojas, en oposición a taloso.

Relación micorrícica: relación simbiótica que se establece entre ciertos hongos y plantas. El hongo provee de nutrientes, minerales y agua; y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar.

Relación simbiótica: forma en la que individuos de diferentes especies se relacionan entre sí, en la que al menos uno de los dos obtiene un beneficio.

Taloso: cuerpo vegetativo no diferenciado en un eje con hojas y raíces; con forma simple y filamentosa o laminar.

Para ampliar este tema

Ardiles Huerta, V., Cuvertino, J. y Osorio, F. (2008). *Guía de campo briofitas de los bosques templados australes de Chile. Una introducción al mundo de los musgos, hepáticas y antocerotes que habitan los bosques de Chile.* Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

Larraín, J. (2009). *Musgos de Chile.* [Disponible en Internet]

Savoretti, A. y Ponce, J. F. (2020). Briofitas de Tierra del Fuego: Pequeñas plantas, grandes actores ecológicos. *La Lupa. Colección fueguina de divulgación científica*, 17: 34-38.

UN SÍMBOLO QUE NOS REPRESENTA



A fines de 2022, lanzamos una convocatoria para seleccionar un logo que represente a nuestra revista, y que resuma su propósito y objetivos. Se presentaron diez propuestas que fueron evaluadas por un jurado, conformado por el secretario de Extensión, Dr. Juan Cabrera, el responsable del área de Comunicación de nuestra casa, Lic. Gonzalo Contino y miembros del equipo de dirección de la revista. La propuesta elegida como ganadora fue la enviada por Fernando Ballejo. En palabras de su creador "el logo busca representar en el ícono de compartir de las redes sociales (que consta de tres círculos interconectados), a la Flora mediante araucarias y a la Fauna con un carpintero gigante. A su vez, introduje la figura de las personas abrazadas entre ellas y conectadas con los otros círculos. Este logo transmite un mensaje local, bien patagónico." Agradecemos la participación de los y las postulantes en este concurso, reconociendo la creatividad y el trabajo realizado.

Fernando Ballejo es docente de la cátedra de Biología General de las carreras Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Comahue e Investigador Asistente del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo).



MICORRIZAS Y ECOSISTEMAS DEL BOSQUE

EL SECRETO DE LOS ÁRBOLES

El intercambio de información, nutrientes y agua entre las plantas a través del suelo: la red fúngica bajo tierra.

Sofía Crescio y Astrid Luciana Ebrecht

MICOLOGÍA

Los suelos y los sedimentos marinos y de agua dulce, son algunos de los hábitats o dominios biológicos menos estudiados en la Tierra. Típicamente se los ha percibido como dominios subsuperficiales “oscuros”, sin vida, cuando en realidad contienen una mayor diversidad de especies que los hábitats superficiales que podemos observar. De hecho, los vínculos entre los hábitats subsuperficiales forman un continuo de ecosistemas interconectados que son esenciales para sostener la vida en la Tierra, en el cual las interacciones biológicas cumplen un rol fundamental para mantenerlo.

Particularmente, en los ecosistemas terrestres los organismos que intervienen en el suelo son diversos, tales como invertebrados, plantas (raíces) y microorganismos. Los microorganismos, principalmente las bacterias y los hongos, representan una importante fracción de esta biodiversidad.

En los últimos años se empezó a observar que, las bacterias y los hongos del suelo, intervienen en la productividad y diversidad de las plantas a escala global, tanto en ecosistemas naturales como agrícolas. Los hongos que establecen simbiosis con especies vegetales son llamados “hongos micorrícicos” y, según las especies de hongos involucradas y las características de la simbiosis, pueden ser ectomicorrizas o micorrizas arbusculares.

Hoy en día se está intentando utilizar a estos microorganismos para promover el mejor desarrollo y productividad de cultivos comerciales, así como también disminuir el uso de fertilizantes químicos. En este contexto, los hongos micorrícicos pueden tener distintos usos en agricultura. El uso más común es como bioestimulantes, es decir, actúan incrementando la absorción de nutrientes del suelo por parte de las plantas, principalmente de fósforo y nitrógeno. Incluso fomentan la absorción de otros micronutrientes por parte de las plantas como el cobre, cinc, hierro y manganeso, nutrientes esenciales para la salud humana pero normalmente escasos en el consumo alimenticio diario. En distintos países de Europa, en Estados Unidos e incluso en Argentina se ha reportado cómo la inoculación de hongos micorrícicos (tanto en conjunto con otros microorganismos como de manera aislada) promueve el crecimiento de plantaciones comerciales de soja, cebolla, sorgo, naranja, maíz, arándanos, melón, pepino y alcachofa, entre otras.

Considerando lo dicho anteriormente, se resalta el amplio y diverso rango de funciones que cumplen los hongos. Estos no sólo actúan como descomponedores, sino también como transformadores de la materia orgánica y/o movilizadores de nutrientes, patógenos y simbiontes de plantas y animales.

Un poco de historia

En la edad moderna (siglos XV a XVIII) los estudios científicos, particularmente en biología, se centraron en la anatomía y fisiología del desarrollo de los individuos. Recién a fines del siglo XIX, junto con el surgimiento de la ecología, se comenzó a dar relevancia a los sistemas orgánicos, comprendidos por individuos en relaciones tanto de cooperación como de competencia. A partir de allí se considera que las interacciones entre especies podrían ser claves para su evolución.

Así, existe una multiplicidad de interacciones entre organismos que son fundamentales para la existencia de todos sus participantes. Este es el caso de las interacciones que ocurren en la rizósfera (ver Glosario). Una multiplicidad de compuestos químicos es inter-

Palabras clave: bosque andino-patagónico, incendios, micorrizas, rol ecosistémico, simbiosis.

Sofía Crescio ¹

Lic. en Ciencias Biológicas
sofiacrescio.r@gmail.com

Astrid Luciana Ebrecht ¹

Lic. en Ciencias Biológicas
lucianaebrecht@comahue-conicet.gob.ar

¹Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC, CONICET - UNCo)

Recibido: 10/04/2023. Aceptado: 02/06/2023.

cambiada entre las plantas, los microorganismos y el suelo, estableciéndose así una comunicación estrecha entre todas las partes. Esta comunicación es multidireccional, es decir, las plantas influyen la presencia de los microorganismos en el suelo y viceversa. De esta manera, la frontera del individuo se hace difusa y las plantas junto con los organismos del suelo actuarían en conjunto y con propiedades emergentes otorgadas por dicha interacción. A este concepto, Lynn Margulis y Scott Gilbert, entre otros autores dedicados a la biología evolutiva, lo describen como holobionte.

Recientemente, se han encontrado fósiles de estructuras similares al micelio fúngico con vestigios de la proteína quitina, una proteína característica de la pared celular de los hongos, que se utiliza para reconocer a estos organismos fosilizados dado el alto grado de conservación que presenta. Estos fósiles fueron datados molecularmente determinando que tienen una antigüedad comprendida entre 715 y 810 millones de años (Neoproterozoico) y que representan una de las redes fúngicas más antiguas conocidas hasta el momento.

La colonización de la tierra

El ecosistema terrestre presenta condiciones adversas para el establecimiento de las plantas. A diferencia del ecosistema acuático, los nutrientes y el agua suelen ser de más difícil acceso y la insolación puede ser elevada. Debido a esto, se cree que los hongos filamentosos fueron cruciales en la colonización de los primeros organismos fotosintéticos en el ecosistema terrestre; con lo cual, se hipotetiza que las primeras plantas en colonizar este ambiente mantenían simbiosis (ver Glosario) con hongos micorrízicos.

A través de la formación de extensas redes de filamentos microscópicos (hifas) en simbiosis mutualista con las raíces vegetales (micorrizas), los hongos pueden aumentar la meteorización de la roca (ver Glosario), favorecer la absorción de agua del suelo y ayudar a suplir los nutrientes de las plantas, particularmente en suelos jóvenes, poco desarrollados. Por otra parte, los hongos reciben de la planta los azúcares que son producidos fotosintéticamente en las hojas, siendo éstos su fuente de alimento. Dado que las hifas pueden alcanzar una mayor extensión que las raíces y son mucho más finas que éstas, a través de la asociación con los hongos micorrízicos las plantas son capaces de acceder a espacios del suelo a los que de otra manera no llegan. Es tan exitosa esta simbiosis, que cerca del 90% de las plantas vasculares la forman. Por otra parte, se ha visto que las plantas no vasculares (briofitas) pertenecientes al grupo de las Anthoceros y Hepáticas (no así los musgos) presentan hongos simbiosis dentro de sus radículas. Sin embargo, dado que no se trata de raíces verdaderas, está en discusión si esta simbiosis puede considerarse micorrízica.

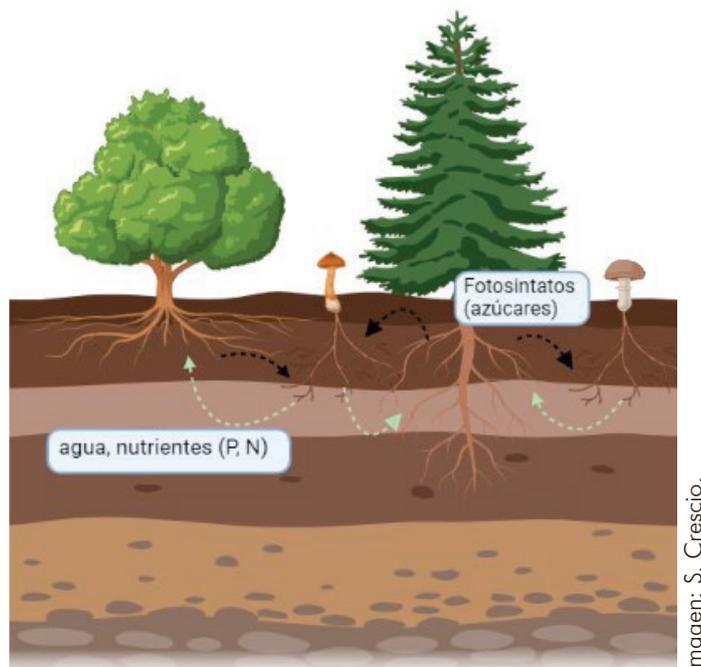


Imagen: S. Crescio.

Figura 1. Esquema de la Wood Wide Web, ejemplificando el intercambio multidireccional entre el micelio fúngico y las raíces de las plantas. Los hongos proveen una mayor capacidad de absorción de nutrientes y agua, envían señales químicas a las plantas frente al ataque de patógenos y herbívoros (flechas blancas), mientras que obtienen de éstas los azúcares producidos fotosintéticamente (flechas negras).

La Wood Wide Web, ¿qué es?

La Wood Wide Web es el nombre coloquial en inglés que hace referencia a la red micorrízica común, que se establece entre dos o más árboles o plantas de la misma o de distintas especies. Existe una transferencia multidireccional de nutrientes entre distintas plantas y hongos micorrízicos, mediada por el micelio. Ésta es la estructura vegetativa de los hongos, compuesta por hifas que se extienden a lo largo de kilómetros por debajo del suelo, y se vincula con las plantas a través de sus raíces. Esta interacción entre las plantas y los hongos permite que distintos árboles se comuniquen entre sí. Así, la Wood Wide Web es la "internet del suelo" (ver Figura 1).

Se ha propuesto un modelo de tipo fuente-sumidero, según el cual aquellas plantas que estuvieran experimentando una disponibilidad abundante de recursos (luz, agua, fósforo, etc.) podrían direccionar los azúcares formados fotosintéticamente o incluso ciertos nutrientes hacia aquellas plantas jóvenes que requieran un mayor acceso a dichos recursos. También, en casos de ataques por plagas y herbivoría, además de otros tipos de estrés, se ha observado comunicación entre plantas a través de avisos químicos induciendo resistencia en plantas vecinas, en la que la Wood Wide Web actúa ampliando el área de influencia.

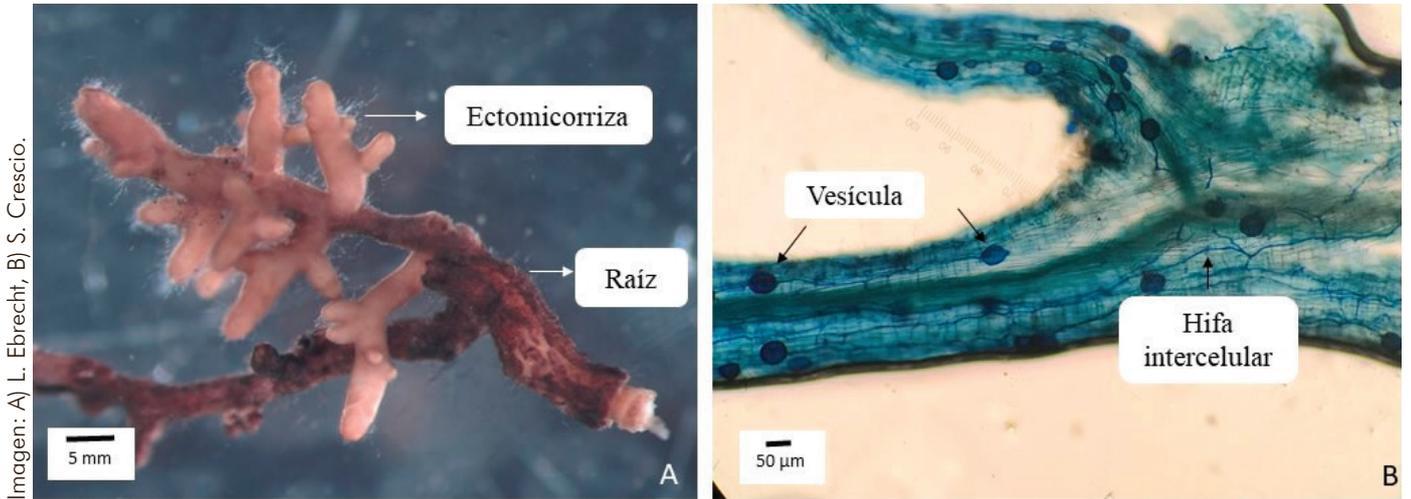


Figura 2. A) Raíz de ñire (*Nothofagus antarctica*) colonizada por un hongo ectomicorrícico. B) Raíz de alfalfa (*Medicago sativa*) colonizada por un hongo micorrícico arbuscular. Puede observarse la hifa corriendo paralela a la raíz, y vesículas dentro de ésta.

Dependiendo de las condiciones del suelo, la disponibilidad de nutrientes y agua, las redes de micelio (redes micorrícicas) que pueden establecerse estarán protagonizadas por distintos tipos de hongos. Por un lado, en suelos donde la disponibilidad de minerales como el nitrógeno es baja, la tendencia general que se observa es de mayor presencia de hongos ectomicorrícicos (ver Glosario), mientras que en suelos donde hay escasez de fósforo, la tendencia será a una mayor dominancia de hongos micorrícicos arbusculares (ver Glosario) (ver Figura 2).

Los bosques en la Patagonia

En el Cono Sur se extienden diversos tipos de ecosistemas, entre los cuales se encuentran los bosques andino – patagónicos. Estos ecosistemas son de gran importancia a nivel global, tanto desde la conservación de la biodiversidad como desde una perspectiva económica, debido a que son únicos en Sudamérica y a su alta productividad primaria.

Si bien el foco de este artículo está puesto en la región norte, los bosques andino-patagónicos comprenden una delgada línea boscosa que se extiende latitudinalmente por 6.450.000 hectáreas desde el norte de la provincia de Neuquén hasta Tierra del Fuego y la Isla de los Estados. En esta región se encuentran entornos particulares que se extienden a través de gradientes de temperatura, precipitación y duración del día: i) la temperatura promedio anual disminuye de norte a sur, ii) la duración del día durante el verano aumenta hacia el sur (mientras que en invierno disminuye) y iii) las precipitaciones presentan una disminución marcada de oeste a este de (aproximadamente de 2.000 mm a menos de 200 mm en tan solo 80 km). Esto sugiere que las poblaciones de árboles locales han desarrollado adaptaciones específicas a sus condiciones ambientales de origen tan heterogéneas.

Además de las características propias de las especies vegetales que les permiten su establecimiento y permanencia en la región, también se encuentran presentes las simbiosis mencionadas. Por ejemplo, la simbiosis con ectomicorrizas es predominante en bosques de coihue (*Nothofagus dombeyii*), roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*), lenga (*Nothofagus pumilio*) y ñire (*Nothofagus antarctica*, ver Figura 3). Mientras que el amancay (*Alstroemeria aurea*), otra especie nativa, tiene asociaciones con micorrizas arbusculares (ver Figura 4). Además, en todos los casos la presencia de micorrizas, sea de uno o varios tipos, viene acompañada de bacterias que se asocian a sus hifas, conformando lo que se denomina un “consorcio microbiano”.

Aquí radica la importancia de las redes fúngicas establecidas entre las plantas y microorganismos nativos formando los mencionados consorcios. Cabe destacar que, al ingresar una planta exótica en un ecosistema, ingresan también numerosas bacterias y hongos que están presentes en sus raíces, y que pueden afectar a los microorganismos nativos de la región.

Actividades humanas y naturaleza

En el bosque andino patagónico las actividades humanas inciden en la regeneración natural afectando el establecimiento y crecimiento de renovales (ver Glosario) e incrementando la competencia y el consumo por herbívoros a través de la introducción de especies exóticas (especialmente ganado), entre otras. Uno de los disturbios más importantes son los incendios (de origen natural y antrópico). Los incendios alteran negativamente la biodiversidad de los hongos ectomicorrícicos; por ejemplo, en bosques de ñire en el norte de la Patagonia se evidenció una disminución de la riqueza y diversidad de los hongos ectomicorrícicos, así como de las comunidades fúngicas del suelo aso-



Figura 3. Raíces finas de ñire colonizadas por distintos hongos ectomicorrícicos.

Imagen: L. Ebrecht.

ciadas a esta especie vegetal, respecto a una zona no afectada por el incendio.

Si bien los incendios suelen ser causantes de la disminución de los hongos micorrícicos, pueden existir excepciones. Por ejemplo, en un estudio realizado en el norte de la Patagonia, no se observaron diferencias en la colonización de micorrizas en suelos dominados por ciprés (*Austrocedrus chilensis*) entre sitios quemados y no quemados. Además, los incendios también pueden producir un efecto igualador en los niveles de diversidad de estos hongos. Esto indica que el mismo tipo de disturbio no produce necesariamente los mismos efectos, menos aún en los casos donde hay superposición con otros disturbios. Esto presenta un desafío aún mayor a la hora de tomar medidas de restauración (posterior a la actividad humana), o de prevención (anterior a la actividad), dado que es necesario prever la consecuencia que podrían tener sobre los microorganismos del suelo en cada caso particular.

Un factor que se debe tener en cuenta al evaluar la posible regeneración natural de una zona afectada por un incendio es el área que abarca. Esto se hace actualmente en la zona de los bosques andino-patagónicos. Si la superficie no es muy extensa, con el tiempo y sin el ingreso de ganado doméstico, la zona afectada sería capaz de volver a su estado natural por sí sola. En cambio, si el área que abarca es grande, las especies arbustivas y herbáceas son las primeras en colonizar la zona, restringiendo a los árboles a las zonas de borde del incendio. La regeneración natural se ve limitada en el interior de ésta, donde los cambios ambientales son más fuertes y no hay provisión de semillas dada la falta de árboles (Figura 5). Entonces, un incendio de gran magnitud en una zona boscosa no sólo afecta a las especies arbóreas, sino que genera un efecto en cadena: dificulta la regeneración natural de las especies arbóreas dominantes, favorece al sotobosque arbustivo propiciando el reemplazo del bosque por matorral,

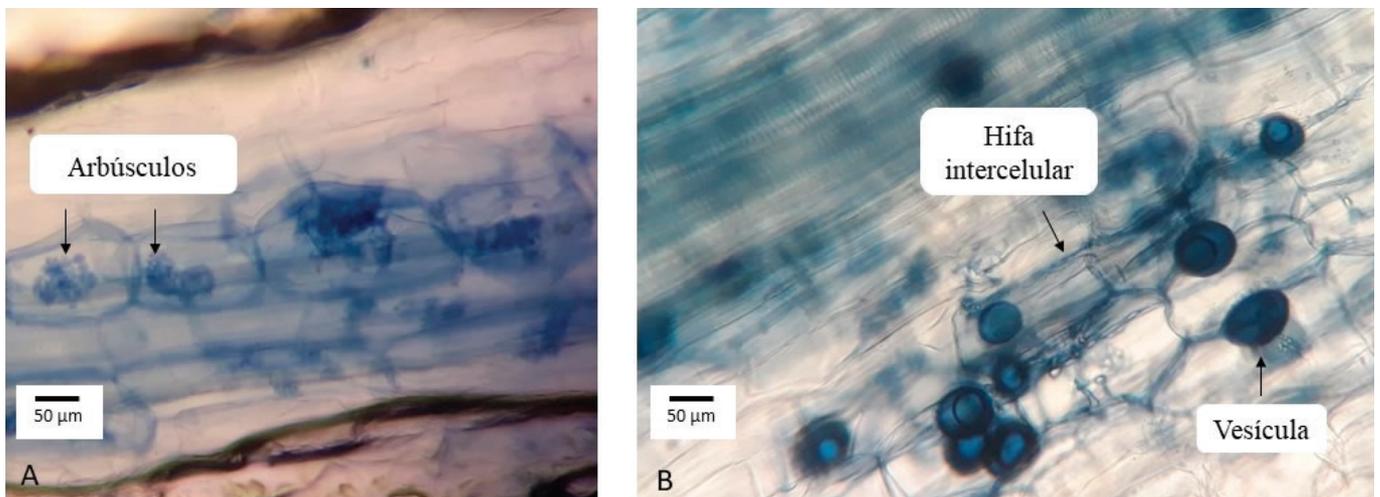


Figura 4. Raíces de amancay (*Alstroemeria aurea*) colonizadas por un hongo micorrícico arbuscular. Se observan arbúsculos dentro de las células (A), hifas intercelulares y vesículas (B).

Imagen: M. Soto Mancilla.

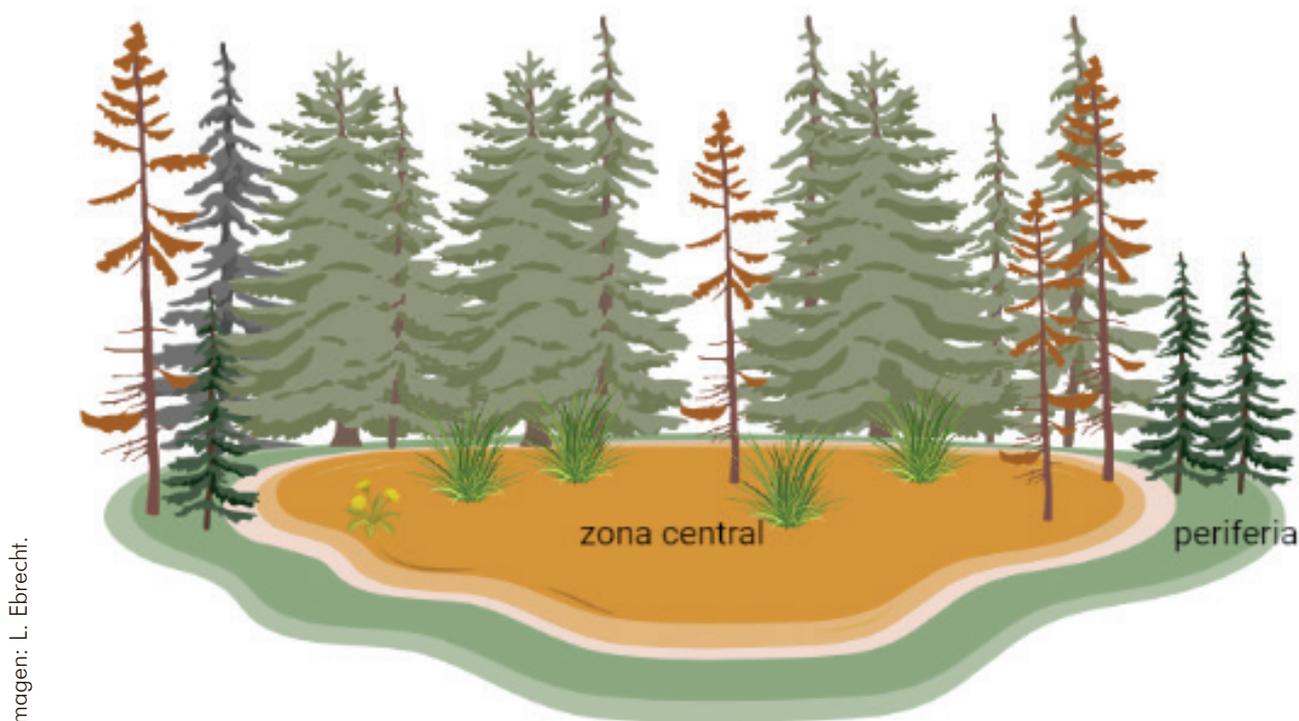


Imagen: L. Ebrecht.

Figura 5. Esquema de una situación hipotética en una zona afectada por un incendio. En la periferia, los árboles que permanecieron en pie proveen semillas y permiten la regeneración natural. Si el área afectada es extensa, sólo la periferia logrará regenerarse naturalmente, pero si es pequeña, los árboles de la periferia proveerán semillas que podrán ser transportadas a lo largo del territorio y el área quemada podría regenerarse naturalmente.

y genera cambios en las especies de hongos presentes en el ecosistema que, a su vez, alteran las propiedades fisicoquímicas del suelo, el ciclado de nutrientes y la presencia de otros organismos.

La complejidad del suelo como ecosistema y las interacciones que se dan entre sus componentes vivos (plantas, microorganismos) hace necesario evaluar cada situación en particular antes de realizar cualquier actividad que pudiera tener impacto en estos. La alta sensibilidad de los microorganismos a los disturbios permite utilizarlos como indicadores de la salud del suelo, lo cual los convierte en una herramienta interesante para realizar estudios de impacto ambiental previos al desarrollo de cualquier actividad humana, permitiendo prever la degradación del suelo antes de lo que lo indicarían parámetros físicos y químicos.

Perspectivas a futuro

En el escenario más desfavorable, donde la regeneración de las zonas afectadas por los incendios no ocurre naturalmente, se pueden tomar medidas activas de restauración. Las opciones de intervención son variadas, desde el control de especies exóticas, tratamiento del suelo, plantación de nativas, etc. Además, entre las acciones preventivas que se desarrollan están el monitoreo de los incendios, el control del pastoreo por ganado doméstico y de la tala de árboles. Todo esto es sabido y existen múltiples organizaciones gu-

bernamentales y no gubernamentales, vecinos autoconvocados, que llevan a cabo algunas de las actividades de restauración.

Para apostar a que los bosques andino-patagónicos conformen ecosistemas resilientes, capaces de auto-sostenerse, la conservación de la biodiversidad es la piedra angular de todo estudio preventivo asociado a las actividades humanas, ya que es lo que mantiene los procesos ecológicos que aseguran la provisión de los servicios ecosistémicos. Es necesario generar información que acompañe a estas acciones, sobre todo en relación a la microbiota que interactúa con las especies vegetales en los bosques, tanto las nativas como a las exóticas, para conocer cómo se ven afectados los suelos, y el entramado complejo que existe en ellos, frente a los disturbios.

Al ampliar la frontera del conocimiento, e indagar cada vez más en el ecosistema suelo, comenzamos a comprender a la Tierra como un organismo vivo, donde todas sus partes interactúan entre sí, estableciéndose un equilibrio dado por el funcionamiento de todos los sistemas que, a su vez, son dinámicos. Estos sistemas son las poblaciones vegetales, animales, fúngicas, y microbianas que se ven afectadas por factores físicos, químicos y geológicos, como los ciclos de nutrientes a nivel global. Dada la estrecha interacción entre todos los ecosistemas, cualquier disturbio que impacte en uno de ellos, generará una consecuencia

no sólo en éste, sino en aquellos con los que se vincula. Así, la Tierra en su conjunto comprende un sistema complejo, donde los bosques y los suelos, así como los seres humanos, formamos parte y es importante que nos involucremos y tomemos parte activa en su cuidado.

Glosario

Ecorregión: territorio geográfico extenso determinado por su clima, geología, hidrografía, fauna y flora.

Ectomicorrizas: hongos filamentosos que establecen simbiosis con las raíces de las plantas, sobre todo leñosas, sin ingresar en la célula vegetal de la raíz, sino formando mantos externos y penetrando la raíz por los espacios entre las células del córtex.

Meteorización: erosión de los minerales que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre, por encontrarse en contacto con la atmósfera, los seres vivos o el agua.

Micorrizas arbusculares: tipo de micorriza que establece simbiosis con las raíces de plantas, pero, a diferencia de las ectomicorrizas, éstas penetran las paredes celulares de las células del córtex de la raíz vegetal, sin ser patógenas (no enferman a la planta).

Renovales: árboles jóvenes pertenecientes a un bosque.

Simbiosis: interacción biológica o asociación estrecha entre dos o más organismos, beneficiándose mutuamente o no en alguno de sus estadios vitales. La simbiosis mutualista es ampliamente tratada en este artículo, donde ambas especies involucradas se ven beneficiadas por la interacción. Las simbiosis micorrícicas son un tipo de simbiosis mutualista establecida entre hongos micorrícicos y plantas.

Rizósfera: región del suelo que rodea a las raíces de las plantas y que está influenciada por las interacciones entre éstas y los microorganismos del suelo.

Resumen

En los bosques andino-patagónicos de Argentina es común encontrar micorrizas en especies vegetales nativas. Pero ¿qué implicancias tiene la presencia de esta asociación para el ecosistema forestal patagónico? Este artículo, propone recapitular los saberes en torno a las simbiosis entre microorganismos y plantas de la Patagonia, y difundir su conocimiento.

Para ampliar este tema

Gilbert, S. F., Sapp, J. y Tauber, A. I. (2012). A symbiotic view of life: we have never been individuals. *The Quarterly Review of Biology*, 87(4): 325-341.

Fernández, N. V., Marchelli, P. y Fontenla, S. B. (2018). Las micorrizas y el raulí. Una sociedad con mucho para brindar. *Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes*, 15(25): 50-59.

Fioroni, F., Soto Mancilla, M., Fernández, N. V. y Carron, A. I. (2020). Los pinos y sus efectos invisibles. *Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes*, 17(30): 40-48.

Veblen, T. T., Kitzberger, T. y Lara, A. (1992). Disturbance and forest dynamics along a transect from Andean rain forest to Patagonian shrubland. *Journal of Vegetation Science*, 3(4): 507-520.

HISTORIA DEL DÍA DE LOS TRABAJADORES

Ciencia al paso**AVATARES DE UNA FECHA SINGULAR**

Desde finales del siglo XIX, el Día Internacional de los Trabajadores conjugó los reclamos de la clase obrera por una sociedad más justa con la represión y la fiesta.

por Jason Garner y José Benclowicz

En la actualidad, el 1° de mayo es feriado nacional en la mayor parte de los países del mundo. Para ese día se organizan, como es sabido, actos y marchas que tienen habitualmente un carácter pacífico e incluso festivo, donde se exponen públicamente los reclamos de los trabajadores. Sin embargo, no siempre fue así. Hacia finales del siglo XIX y principios del XX, las movilizaciones obreras se topaban frecuentemente con la represión policial. No fue sino hacia los años '20 y '30 cuando el día de los trabajadores empezó a contar con el reconocimiento de los distintos estados. Las primeras movilizaciones desde finales del siglo XIX jugaron un papel relevante en el desarrollo de los aún emergentes movimientos obreros, contribuyendo a crear una identidad común a escala transnacional. Más adelante, en las últimas décadas del siglo XX la conmemoración del 1° de mayo tendió a perder fuerza, en un contexto en el que se registraba un debilitamiento de los propios movimientos obreros y de su perspectiva de solidaridad internacional. Con todo, las diversas crisis económicas y sociales que se fueron desatando desde finales de ese siglo y principios del siglo XXI dieron lugar a una revitalización de la fecha en clave combativa. En esta nota repasamos brevemente su origen y desarrollo.

Los orígenes: el reclamo por las ocho horas

El 1° de mayo de 1886, un conjunto de organizaciones obreras en los Estados Unidos convocó a una huelga general para exigir las ocho horas de trabajo. Por ese entonces, las extensas jornadas de entre 12 y 16 horas, las severas condiciones de vida y la inexistencia

de derechos para los trabajadores se habían convertido en una fuente de fuertes reclamos allí y en Europa. Días después, la represión policial de la protesta obrera provocó primero la muerte de dos huelguistas y el 4 de mayo, en el *Haymarket* de Chicago, se produjeron serios enfrentamientos cuando la Policía arremetió contra una manifestación que se venía desarrollando pacíficamente, dejando muertos y heridos de ambos lados. Por la muerte de los policías la Justicia apuntó contra ocho dirigentes obreros, casi todos anarquistas, aun cuando no existía evidencia ni siquiera de que la mayoría hubiera asistido al lugar de los hechos. Finalmente, sin pruebas y a pesar de una importante campaña internacional en defensa de los acusados, cinco dirigentes anarquistas fueron sentenciados a la horca, uno de ellos se quitó la vida y el resto recibió largas condenas de prisión.

Sin embargo, la lucha por las ocho horas no se detuvo. La Federación Americana del Trabajo sostuvo el reclamo y tres años después, en 1889, el Congreso fundacional de la II Internacional Socialista lanzó una convocatoria mundial levantando esa consigna como central. Así, el 1° de mayo de 1890, a lo largo y ancho de Europa y en otros países, incluyendo a la Argentina, se organizaron actos y movilizaciones para reclamar la jornada de ocho horas. El éxito de la convocatoria determinó que se replicara año tras año, aunque las distintas corrientes del movimiento obrero no coincidían en su formato y contenido. Para los anarquistas y otros sectores radicalizados de la clase obrera, el 1° de Mayo debía ser un día de duelo por los "mártires de Chicago" y de lucha contra el estado capitalista, un medio para poner en evidencia las injusticias del orden social y propagar los ideales de transformación revolucionaria. Estas protestas representaban una completa impugnación del *statu quo* y debieron enfrentar frecuentemente la represión estatal, como ocurrió en la Argentina a principios del siglo XX, cuando emergía un vigoroso movimiento obrero encabezado por el anarquismo. En cambio, los socialistas más moderados de la II Internacional, pensaban al 1° de mayo como un día de manifestación pacífica de los trabajadores para exponer sus demandas y evocar la esperada sociedad futura, libre de explotación y opresión. En este sentido, el día tenía también un perfil festivo, en función del cual

Jason Garner¹

Dr. en Historia
garnersjfc@hotmail.com

José Benclowicz¹

Dr. en Historia
jd.benclowicz@gmail.com

¹ Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio (IIDyPCa), CONICET -Universidad Nacional de Río Negro (UNRN).

Recibido: 16/03/2023. Aceptado: 11/05/2023.



El 1° de mayo, en distintos idiomas.

se demostraba y celebraba la unidad internacional de la clase obrera. Esta línea que reivindicaba explícitamente la “fiesta del trabajo” convivió también en nuestro país desde un principio con las expresiones más radicalizadas, cuyo carácter combativo se expresaba más en los discursos dados en el día que en las acciones que solían ser pacíficas, salvo cuando se convertían en blanco de la represión policial, como ocurrió en diversas oportunidades durante la primera década del siglo XX.

Lucy Parsons, esposa de uno de los ejecutados y militante activa por derecho propio, se convertiría en una de las principales defensoras de los derechos de la mujer trabajadora y es un ejemplo de muchas mujeres y sus organizaciones que estuvieron presentes desde el principio de las marchas del 1° de mayo. Con el tiempo, las reivindicaciones de las mujeres por la igualdad de derechos se incluirían entre las reivindicaciones. Con la evolución del movimiento obrero surgieron otras corrientes ideológicas, como el sindicalismo y el comunismo, que también participaron activamente en las actividades del 1° de mayo.

Devenir de una fecha

En Estados Unidos, el temor a la extensión de los disturbios sociales asociados al 1° de mayo llevó tempranamente a la instauración de un feriado alternativo como día del trabajo en el mes de septiembre. Pero el éxito de las convocatorias anuales y la persistencia de las demandas obreras en el resto del mundo occidental llevaron a la II Internacional a instaurar en 1904 el 1° de Mayo como día de cese de tareas y movilización general de los trabajadores, primero en torno a la campaña por las ocho horas, y luego por la ampliación de los derechos laborales, la paz mundial y la defensa de las

libertades, entre otras consignas. Tras la Primera Guerra Mundial, tanto el día del trabajador como las ocho horas, además de otras conquistas, empezaron a contar con el reconocimiento de los estados, primero en Europa y en la Rusia revolucionaria y luego en el resto del mundo. En Argentina, el gobierno radical de Marcelo T. de Alvear decretó por primera vez el carácter feriado del “Día de los Trabajadores” en 1925, e Hipólito Yrigoyen promulgó la ley de la jornada de ocho horas cuatro años después. Hasta los años '30, el Partido Socialista organizó las movilizaciones más importantes del 1° de mayo. Pero con el ascenso del peronismo la CGT pasó a hegemonizar la fecha al tiempo que la Plaza de Mayo se convertía en su principal escenario y las identificaciones nacionales –que venían ganando terreno previamente– desplazaban a las internacionalistas.

Por otra parte, tras la Segunda Guerra Mundial, el feriado del 1° de mayo se extendió por Asia y África, en pleno proceso de descolonización. Pero en el contexto de la Guerra Fría, la conmemoración asumió en la Unión Soviética un nuevo sentido asociado al poderío militar comunista, que incluía el desfile de soldados y armamentos. Esto, sumado al reconocimiento oficial de la fecha en la mayor parte del mundo, derivó en cierto declive en general de la jornada internacional en occidente. Tras la caída de la Unión Soviética, el marcado debilitamiento de la creencia en un futuro socialista combinado con el auge del neoliberalismo y el impacto divisivo y destructivo que éste último ha tenido sobre la situación económica y laboral de los trabajadores y sus organizaciones, se experimentó en muchos casos en la pérdida de la masividad de las acciones emprendidas los 1° de Mayo y de su carácter obrero. Sin embargo, hacia finales del siglo XX y principios del XXI, el estallido de diversas crisis económicas y sociales a lo largo y a lo ancho del mundo han propiciado la revitalización de esta jornada que nunca dejó de constituir, desde sus inicios, una oportunidad para la expresión de los reclamos y las expectativas de transformación social pero que también se ha ido incluyendo reivindicaciones a favor de los derechos de los pueblos indígenas y temas medioambientales.

Para ampliar este tema

- Dommanget, G. (2011). *Historia del Primero de Mayo*. Buenos Aires: Terramar.
- Peterson, A. y Reiter, H. (Eds.). (2016). *The Ritual of May Day in Western Europe: Past, Present and Future*. Londres: Routledge.
- VV. A. A. (2010). *Los orígenes libertarios del Primero de Mayo de Chicago a América Latina (1886-1930)*. Santiago de Chile: Editorial Quimantú.
- Prawica, A. (Director) Filmadria (Producción) (2021). *Haymarket: The Bomb, the Anarchists, the Labor Struggle*. [cinta cinematográfica]. País: Estados Unidos.



POLINIZACIÓN Y RENDIMIENTO: EL POTENCIAL OCULTO DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

Nahuel Aizen

Siempre tuve afinidad por la ciencia aplicada, y cuando me propusieron llevar a cabo este proyecto, acepté sin dudarlo. En el transcurso de un año y medio aprendí cómo realizar un meta-análisis, aprendí de técnicas agrícolas y hasta de legislación en agricultura. Eventualmente este proyecto se volvió muy importante para mí, y acabé abandonando mi proyecto de tesis original para poder dedicarme tiempo completo a responder esa gran incógnita, ¿tienen los cultivos orgánicos acceso a servicios de polinización capaces de incrementar su rendimiento? Independientemente de los resultados obtenidos, ya de por sí prometedores, este proyecto me enseñó herramientas estadísticas importantes y me ayudó a mejorar como investigador y como biólogo.



La agricultura no es tan “verde” como uno podría imaginar. Se trata de una actividad de alto impacto ambiental que representa una seria amenaza para nuestra biosfera y nuestra especie. Sin embargo, por más ecológicamente dañina que sea, también nos es imprescindible para nuestra subsistencia. Varias prácticas agrícolas alternativas se han propuesto con el objetivo de mitigar el impacto ambiental de la actividad, siendo quizá, la agricultura orgánica, la más prominente de todas. Esta se distingue de la agricultura convencional por tener un enfoque sustentable y oponerse al uso masivo de plaguicidas y otros agroquímicos. Como consecuencia, los cultivos orgánicos producen, en general, cosechas más pequeñas que sus contrapartes convencionales, pero a un menor costo ecológico. A esta diferencia productiva se la denomina brecha de rendimientos y, desafortunadamente, limita no sólo la viabilidad económica de esta forma de agricultura, sino también su viabilidad ecológica. Esto se debe a que el bajo rendimiento productivo de los cultivos orgánicos requiere que se cultive una mayor extensión de terreno para igualar la producción de sus contrapartes convencionales, lo que amplifica su impacto ecológico. En conclusión, el

menor impacto ambiental de las prácticas orgánicas no es realmente beneficioso si se debe cultivar más superficie para obtener el mismo rendimiento que tienen los campos convencionales.

No obstante, existe un elemento clave que podría reivindicar a la agricultura orgánica como práctica agrícola, y es la relación que existe entre impacto ambiental, biodiversidad de insectos, servicios de polinización y rendimiento de cultivos. Para empezar, la gran mayoría de los cultivos dependen en alguna medida de la polinización para su reproducción, y, en consecuencia, para formar los frutos y semillas. Sin embargo, no todos los cultivos son iguales y distintas especies dependen en diferente medida de la polinización animal. Hay cultivos, como el zapallo, que no producen fruto en ausencia de servicios de polinización animal, mientras que cultivos como el maíz son polinizados por viento y no dependen en lo absoluto de los polinizadores para formar semillas. También existen cultivos de dependencia intermedia, como la manzana, que en ausencia de polinizadores son capaces de autopolinizarse y formar semillas, pero que tienen un rendimiento mucho mayor cuando tienen acceso a los servicios de polinización

Autor: Nahuel Aizen

Correo electrónico: nahuelaizen@comahue-conicet.gob.ar

Título obtenido: Licenciado en Ciencias Biológicas

Lugar: Centro Regional Universitario Bariloche - Universidad Nacional del Comahue

Fecha de defensa: 13/03/2023

Directores: Dr. Agustín Sáez y Dra. Carolina Laura Morales

Tribunal evaluador: Dra. Ruggiero Adriana y el Dr. Juan Corley

URL: <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17089>

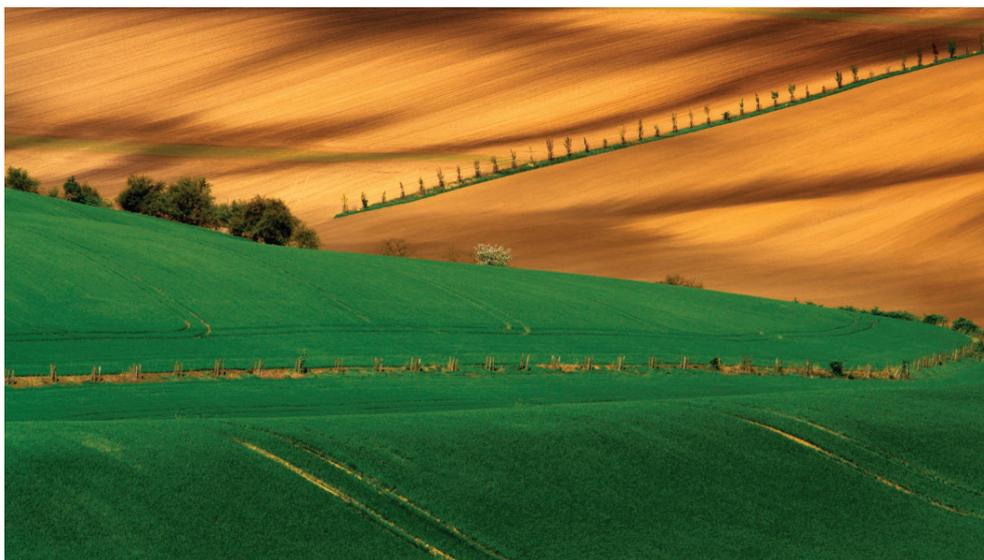


Imagen: gentileza del autor.

por insectos. Por otra parte, tampoco todo servicio de polinización es igual. La calidad de un servicio de polinización depende tanto de la abundancia de polinizadores como de su diversidad, y los servicios que puede proveer una sola especie es inferior a los que pueden proveer múltiples especies en conjunto (por ejemplo abejas silvestres, moscas, escarabajos, mariposas).

Dado que las plantaciones convencionales no coexisten con una gran diversidad de insectos polinizadores, se valen de insectos domésticos, como la abeja de la miel, para polinizar sus cultivos. Pero los cultivos orgánicos, gracias a sus prácticas de bajo impacto ecológico, sustentan normalmente una gran biodiversidad de artrópodos. Cabe preguntarse entonces, ¿tendrán los cultivos orgánicos acceso a servicios de polinización de una mayor calidad que los convencionales como consecuencia de su menor impacto ambiental?, ¿podrían estos servicios de alta calidad incrementar el rendimiento de los cultivos orgánicos reduciendo la brecha productiva entre estos y los convencionales? Estas preguntas fueron el eje de mi proyecto de tesis de grado, y busqué responderlas mediante un enfoque meta-analítico. Básicamente, un meta-análisis es un análisis estadístico efectuado sobre una base de datos construida a partir de estudios previos realizados por otros autores. Más específicamente, empleé una base de datos de acceso libre con información detallada de 115 estudios científicos comparando el rendimiento de un total de 1061 cultivos orgánicos y convencionales. A cada tipo de cultivo estudiado le asigné un “grado” de dependencia de polinizadores, que tomó valores del 0 al 4 en función de qué tanto disminuye el rendimiento de ese cultivo en ausencia de polinizadores. Mi hipótesis fue que, si en efecto los cultivos orgánicos cuentan con los servicios de polinizadores silvestres como consecuencia de sus prácticas de

bajo impacto ambiental, entonces los cultivos altamente dependientes de polinizadores se verían beneficiados de estos, mejorando su rendimiento, mientras que los cultivos poco dependientes no se verían beneficiados. En consecuencia, esperaba que la brecha de rendimientos entre cultivos convencionales y orgánicos fuese menor para cultivos altamente dependientes de polinizadores que para los cultivos poco dependientes.

¿Y qué reveló el meta-análisis finalmente? Exactamente eso. La brecha de rendimiento no solo se redujo para los cultivos altamente dependientes de polinizadores, sino que desapareció. En otras palabras, el rendimiento de los cultivos orgánicos altamente dependientes de polinizadores no era diferente al de los cultivos convencionales. Y esto no es todo, mis resultados sugieren que el rendimiento de los cultivos orgánicos altamente dependiente de polinizadores podría, incluso, sobrepasar al de los convencionales. Este resultado destaca que la agricultura orgánica tiene ciertas ventajas productivas por sobre la agricultura convencional pero que sólo algunos cultivos las pueden aprovechar.

Entonces... ¿Qué lugar tiene la agricultura orgánica en el mundo? Mi investigación sugiere que esta forma de agricultura es ecológica y productivamente viable para los cultivos altamente dependientes de polinizadores, además, ésta podría tener un rol aún más importante en el futuro.

Actualmente, la biodiversidad de polinizadores está disminuyendo a nivel global al mismo tiempo que la demanda por cultivos altamente dependientes de polinizadores está en aumento. La agricultura orgánica podría ser una práctica ideal para las demandas agrícolas del futuro, proporcionando una alternativa agrícola que fomenta la preservación de polinizadores silvestres y que a su vez da uso a los servicios de polinización de alta calidad que estos proveen. En conclusión, el futuro es un zapallo.

En las librerías



Guía de identificación de insectos de la Patagonia Juan Paritsis, Marcelo Kun, Carolina Quintero. Primera ed. Editorial Artemisa, 2023.

ISBN 978-987-674-964-0

Esta nueva entrega pasa a integrar la colección de folletos y guías de campo de Artemisa Bio de los ecosistemas de la Patagonia. Cuenta con fotos, ilustraciones y descripciones de morfología, hábitos y distribución espacial de más de 110 especies que le permitirán al lector identificar los insectos más comunes de la región.

Cinco calles. Caminos de promoción de la salud en pandemia Germán Guaresti, Sara La Spina, Felipe De Rosas, Natalia Kerz, Lucía Figueroa, Paula Allan, María Florencia Dilema y Agustina Dirazar. Primera ed. Fondo Editorial Rionegrino, 2022.

ISBN 978-950-767-138-8

Las y los autores de este collar de historias dan testimonio de cómo, durante la pandemia, la calle volvió a convertirse en un espacio común del sentir colectivo. En busca de la promoción de la salud, este grupo de profesionales fueron poniendo en práctica acciones centradas en la comunidad, que permitieron acompañar a las personas en el difícil contexto que fue la pandemia por Covid-19. "Cinco calles" hace referencia a los diferentes lugares donde ocurrieron estas experiencias y pone en valor cómo la salud volvió a recorrer las calles que se habían "vaciado" durante la pandemia.



Amores sin trampa

Guillermina Ormeño. Primera ed. Editora Municipal Bariloche, 2017.

ISBN 978-987-767-46412-3-6

Un libro bello y emotivo. Guillermina Ormeño nos comparte fragmentos de su infancia, transcurrida en un paraje de la línea sur de la provincia, y del camino recorrido de la mano del arte para escapar de un mundo hostil hacia la poesía. Estos poemas son fruto del trabajo recolector de Gabriela Otero quien forma parte del colectivo El Brote y han sido puestos en escena en varias obras de teatro del grupo.

Plantas de la Patagonia Extra-Andina: Guía para el Reconocimiento de Plantas Vasculares de la Estepa Patagónica y Monte Austral

Marcela Ferreyra, Cecilia Ezcurra. Primera ed. Ediciones La Biblioteca del Naturalista, 2022

ISBN 978-987-455-484-0

Esta guía escrita en español e inglés describe 437 especies de plantas de la Patagonia extra-andina. Con excelentes fotos a color que permiten la identificación de las plantas de estos ambientes tan ricos en biodiversidad, pero poco conocidos. Las biólogas Ferreyra y Ezcurra, han dedicado su carrera profesional al estudio de la flora de la región y son indiscutidas referentes en este tema.

