

Estabilidad ecológica en los ríos andinos de Chile: integración de la geomorfología fluvial y las interacciones hospedador-parásito

Melissa Rebolledo Santibáñez (melissa.rebolledo@gmail.com)

Título obtenido: Doctora en Ciencias mención Ecología y Evolución

Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile

Fecha de defensa: 25/05/2026

Dirección: Dr. Konrad Górski y Dra. Evelyn Habit

Tribunal Evaluador: Dra. Leyla Cárdenas, Dra. Verónica Flores, Dr. Nelson Valdivia

RESUMEN: Los ecosistemas fluviales andinos del centro-sur de Chile poseen una biogeografía única con un alto grado de endemismo y enfrentan presiones crecientes asociadas a la fragmentación del hábitat y las invasiones biológicas. En este contexto, los parásitos metazoos emergen como bioindicadores altamente sensibles para evaluar la integridad y el funcionamiento del ecosistema, debido a sus complejos ciclos de vida y dependencia de múltiples niveles tróficos. El objetivo de esta tesis fue evaluar el potencial de resiliencia ecológica en las cuencas de los ríos Biobío e Imperial (regiones del Biobío y La Araucanía, Chile), empleando el marco conceptual de las “Tres R”, es decir, Recursos, Reclutamiento y Refugios. Para ello, se integró la jerarquía geomorfológica con la ecología de las interacciones entre peces y lampreas nativas y sus comunidades parasitarias.

Para evaluar cómo la estructura física del paisaje fluvial modula la dinámica parasitaria, se analizaron métricas taxonómicas, funcionales y de redes de interacción en distintos gradientes longitudinales y parches de heterogeneidad espacial. Las comunidades de hospedadores y sus endoparásitos fueron muestreadas mediante pesca eléctrica y redes de cerco, comparando una cuenca fuertemente fragmentada por represas, el río Biobío, con un sistema de mayor conectividad hidrológica, el río Imperial.

Se identificaron 15 géneros de parásitos, dominados por digeneos de la familia Diplostomidae, con alta prevalencia de *Tylodelphys* sp. e *Hysteromorpha* sp., y acantocéfalos, principalmente *Pomphorhynchus* sp. La distribución de estos parásitos está estrechamente ligada al uso de hábitat de los hospedadores. Por ejemplo, las metacercarias cerebrales de *Tylodelphys* sp. parasitan principalmente a hospedadores neotónicos, mientras que los bentónicos son parasitados predominantemente por metacercarias de *Hysteromorpha* sp. en el tejido muscular, y los peces neotobentónicos albergan adultos de *Pomphorhynchus* sp. en el tracto digestivo. En cuanto a la diversidad parasitaria, se observó el fenómeno de la paradoja de la minoría, donde las especies de peces menos abundantes del ensamble, como *Galaxias maculatus* y *Basilichthys microlepidotus*, presentaron la mayor riqueza y abundancia parasitaria. Además, especies nativas como *Trichomycterus areolatus* y *Percichthys trucha* también mostraron alta diversidad parasitaria, mientras que *Geotria australis*, *Cheirodon galusdae* y *Bullockia maldonadoi* representaron los niveles más bajos de riqueza parasitaria. En consecuencia, las especies hospedadoras más abundantes de las cuencas, *Percilia irwini* y *Trichomycterus areolatus*, fueron las que menos contribuyeron a la abundancia y diversidad total del ensamble parasitario. Por otro lado, las especies de peces invasores mostraron niveles nulos o muy bajos de infestación, contribuyendo escasamente a la diversidad del ensamble parasitario.

Los resultados demuestran que la geomorfología fluvial es un determinante fundamental de la arquitectura de estas interacciones. Al analizar la influencia de las Zonas de Procesos Funcionales, que corresponden a grandes segmentos de río con características morfológicas similares que se repiten en el paisaje y determinan la disponibilidad de microhábitats para el encuentro entre hospedadores y parásitos, se observó que la complejidad estructural de los cauces trenzados favorece una mayor modularidad en las redes de interacción. Es decir, formación de subgrupos cerrados donde las especies interactúan fuertemente entre sí, pero tienen pocas interacciones con especies de otros módulos.

Esta estructuración compartimentada fortalece la resiliencia ecológica al limitar la propagación de los disturbios dentro de la red. Por otra parte, al evaluar el orden de Strahler, un sistema jerárquico que clasifica el tamaño del cauce según la confluencia de sus tributarios y refleja el incremento del volumen de hábitat y la estabilidad hidrológica, se encontró que éste es un predictor de resiliencia sumamente sensible para los ensamblajes parasitarios. Los cauces de órdenes mayores acumularon una mayor diversidad y un mayor anidamiento en la red parasitaria.

Las interacciones resultaron severamente afectadas por disturbios antrópicos. En la cuenca del Biobío, la pérdida de conectividad hidrológica generó déficits significativos en el mecanismo de reclutamiento parasitario. Simultáneamente, las invasiones biológicas por peces salmónidos y poecílidos reconfiguraron las redes de transmisión, reduciendo la riqueza y abundancia parasitaria general, así como la conectancia de la red (proporción entre todas las interacciones posibles y las que efectivamente se realizan), mediante un mecanismo de interferencia en la transmisión (proceso mediante el cual las especies invasoras interrumpen la finalización de los ciclos de vida de los parásitos nativos). Estas mismas invasiones también facilitaron procesos de dispersión amplificada o “spillback”, evidenciado en la infestación del acantocéfalo nativo *Pomphorhynchus* sp. en salmónidos introducidos, los cuales actúan como reservorios competentes.

Se concluye que los parásitos metazoos responden de manera más aguda a los gradientes espaciales y ambientales que sus hospedadores, proporcionando un diagnóstico de alta resolución sobre la integridad del ecosistema. Integrar la conectividad longitudinal del orden de Strahler con la heterogeneidad local de las Zonas de Procesos Funcionales permite identificar de manera más eficaz los puntos críticos de estabilidad en el paisaje fluvial. Estos patrones ecológicos destacan que mantener la conectividad hidrológica y la redundancia funcional de las redes de interacción parasitológica es esencial para proteger los pilares fundamentales de resiliencia en los ríos andinos.