

Relaciones longitud-peso para insectos acuáticos de Isla Navarino, extremo austral de Chile

JAVIER RENDOLL-CÁRCAMO^{a*}, MELISA GAÑÁN^b, PETER CONVEY^c, TAMARA CONTADOR MEJÍAS^{d*}

1 <https://orcid.org/0000-0003-1928-0914>

2 <https://orcid.org/0000-0001-6411-9295>

3 <https://orcid.org/0000-0001-8497-9903>

4 <https://orcid.org/0000-0002-0250-9877>

OPEN ACCESS

RESUMEN

Recibido:

10/07/2024

Revisado:

26/11/2024

Aceptado:

12/12/2024

Publicado en línea:

27/12/2024

Coeditor:

Dr. Rodrigo Villa
Universidad de Magallanes

Editor a cargo:

MSc. Marcela Valenzuela Saavedra
Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC).

ISSN 0718-686X



La biomasa es un parámetro clave en ecología, ya que proporciona información sobre el funcionamiento de los ecosistemas. Las estimaciones de longitud-peso se han utilizado ampliamente debido a sus procedimientos relativamente simples y directos. En este estudio, realizamos la primera evaluación de las relaciones longitud-peso para 25 especies de insectos acuáticos presentes en la ecoregión sub-Antártica chilena. Nuestros resultados indican que existe una fuerte correlación lineal entre el peso y el tamaño de los organismos, tal como indican los altos coeficientes de determinación. Encontramos valores bajos de b para la mayoría de los organismos estudiados, lo que podría indicar mudas recientes y/o grado de quitinización incompleta, o predominancia de estados de desarrollo iniciales. Si bien los parámetros estimados de las regresiones lineales y no lineales fueron similares a los reportados en otros estudios, es importante señalar que se debe evitar la extrapolación de datos desde otras áreas dada las particularidades inherentes de cada sistema. Esperamos que nuestros resultados fomenten la generación y recopilación de datos longitud-peso, ya que representan información importante sobre la biomasa y la producción secundaria, parámetros clave de la diversidad funcional.

Palabras Claves: Ecoregión sub-Antártica, Ephemeroptera, insectos acuáticos, peso seco, Plecoptera, tamaño corporal, Trichoptera.

Length-mass relationships for aquatic insects of Navarino Island, extreme southern Chile

Contribución de los autores

J.R.-C.: Diseño del estudio, trabajo de campo, obtención y análisis de los datos, preparación de figuras y redacción del manuscrito.

M.G.: Análisis, preparación de figuras, redacción y revisión del manuscrito.

P.C.: Supervisión, redacción y revisión del manuscrito.

T.C.: Supervisión, redacción y revisión del manuscrito.

Declaración de intereses:

No existen conflictos de interés.

Financiamiento:

JR-C agradece el apoyo a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo a través del programa BECA CHILE DE DOCTORADO/2021-21212048.

PC agradece el apoyo de NERC core funding al equipo "Biodiversity, evolution and adaptation" del British Antarctic Survey (BAS). JR-C, MG y TC agradecen el apoyo de CHIC, BASE e INVASAL a través de los proyectos ANID BASAL FB210018,

Programa Iniciativa Científica Milenio – ICN2021_002, y Programa Iniciativa Científica Milenio – NCN2021-056.

ABSTRACT

Biomass is a key parameter in ecology, as it provides insight into ecosystem functioning. Length-mass estimations are widely used for this purpose due to the relatively simple and straightforward procedures required. In this study, we conducted the first assessment of length-mass relationships for 25 aquatic insect species from the Magellanic sub-Antarctic ecoregion of Chile. There were strong linear correlations between the mass and size of the study species. We found a low proportion of change in mass associated with length increase, for most species, given the obtained b values, which could indicate recent molts, incomplete chitinization, and/or dominance of early developmental stages. While the estimated parameters from linear and non-linear regressions were similar to those reported in other studies, we emphasize that simple extrapolation from other areas should be avoided due to the inherent variability of each ecosystem. The collection of length-mass estimation data provides important information on biomass and secondary production, key parameters of functional diversity.

Keywords: Aquatic insects, body size, dry mass, Ephemeroptera, Plecoptera, sub-Antarctic ecoregion, Trichoptera.

INTRODUCCIÓN

La biomasa es una variable relevante en ecología ya que puede entregar información clave para entender patrones a nivel de poblaciones, comunidades y ecosistemas (Miserendino, 2001). Los datos de biomasa son útiles, por ejemplo, en estudios de productividad secundaria, siendo mucho más pertinentes que la densidad de organismos (Stoffels *et al.* 2003). Las estimaciones de biomasa se basan en el pesado directo de muestras frescas, preservadas o relaciones longitud-peso (Benke *et al.* 1999; Miserendino, 2001). Las relaciones entre el peso de un organismo y su longitud han sido ampliamente utilizadas en animales terrestres, marinos y dulceacuícolas, ofreciendo relevantes bases de datos para otros estudios (Smock, 1980; Hódar, 1996; Stoffels *et al.* 2003, McKinney *et al.* 2004, Santini *et al.* 2018). Sin embargo, éstas no pueden ser extrapoladas a otras áreas dada la variabilidad inherente de cada sistema. En Patagonia existen pocas investigaciones sobre estimación de biomasa o relaciones longitud-peso, y estos ocurren principalmente en Argentina (Albariño & Balseiro 1998; Miserendino, 2001). En el extremo sur de Chile, la ausencia de trabajos equivalentes genera un vacío relevante en el conocimiento de la biodiversidad austral.

En el extremo sur de Chile se encuentra la ecorregión subantártica de Magallanes, un área con bajos niveles de intervención antrópica en sus paisajes. Esta ecorregión alberga la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH, UNESCO 2005), que a su vez incluye la isla Navarino, al sur del canal Beagle. Tanto la ecorregión como la RBCH, son consideradas laboratorios naturales ideales, tanto para la elaboración de hipótesis ecológicas como para la conservación biocultural (Rozzi *et al.* 2020). Por extensión, y dadas sus cualidades, la isla Navarino representa en una escala geográfica menor estos laboratorios naturales. Las condiciones prístinas de los ecosistemas naturales de la isla, particularmente los dulceacuícolas, permiten estudios con condiciones preindustriales (siglo XIX) y con mínimo impacto antropogénico (Contador *et al.* 2015; Rosenfeld *et al.* 2020). La fauna y sus interrelaciones con los cursos y cuerpos de agua de esta isla han sido estudiados detalladamente durante la última década (Contador *et al.* 2015; Contador & Kennedy 2016; Rendoll-Cárcamo *et al.* 2019; 2023).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo aportar información sobre la biomasa en insectos acuáticos de isla Navarino mediante la relación entre el largo corporal y el peso seco de distintas especies.

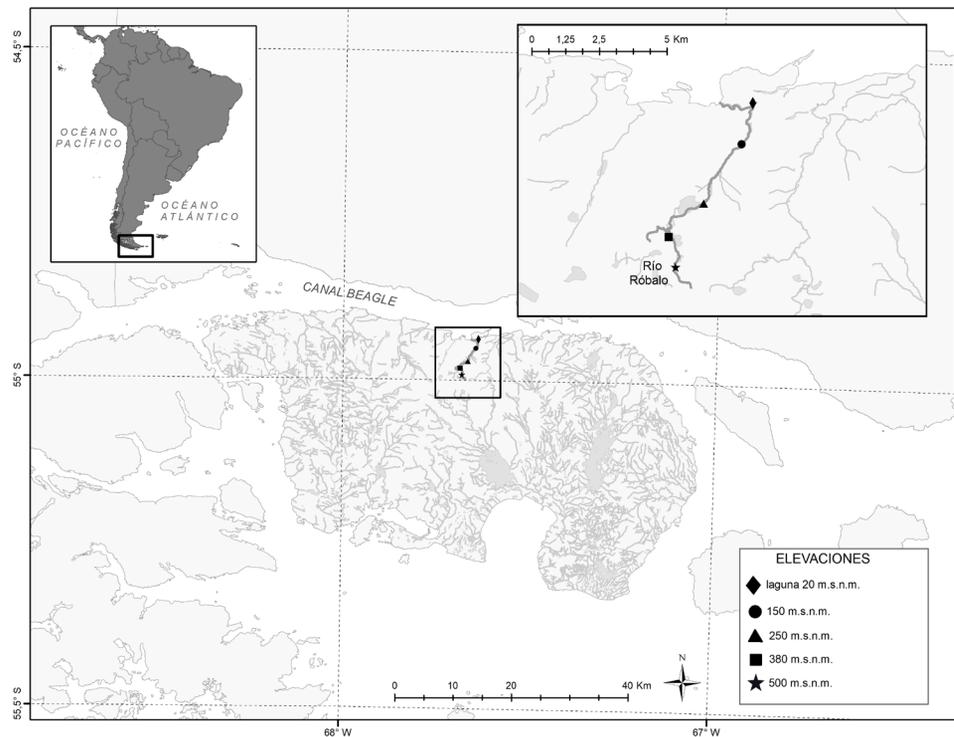
MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y colecta de especímenes

La isla Navarino se ubica al sur de Tierra del Fuego y del canal Beagle dentro de la RBCH (Fig. 1). El muestreo toma lugar en el río Róbaló y ocurre durante el verano austral (enero de 2021) para lograr la mayor representatividad y cantidad de estadios larvales o ninfas. Los especímenes provienen de cuatro sitios dentro del río, ubicados a 150, 250, 380 y 500 m.s.n.m., y de una laguna ubicada a 20 m.s.n.m.

Las muestras se colectaron con una red surber (malla de 243 μm y 0,09 m^2 de área) en los ambientes lóticos y una red en forma de D (malla 150 μm) en los ambientes lénticos, luego

Fig. 1.
Mapa de la isla Navarino, su ubicación en el extremo sur de Sudamérica y sitios de colecta. Cada símbolo denota un sitio de colecta dentro de la cuenca del río Róbalo y su elevación asociada según la leyenda.



transferidas a contenedores con etanol al 90%, y llevados a laboratorio para su separación e identificación. La preservación de muestras en etanol al 90% facilita la preservación de ADN en el largo plazo, y no deshidrata excesivamente los tejidos de éstos (Marquina *et al.* 2021). De acuerdo con este estudio, el impacto del etanol sobre parámetros como el peso es mínimo siempre que los especímenes no sean previamente congelados o secados. Para las identificaciones taxonómicas se siguió la literatura pertinente disponible para cada grupo (ej. Domínguez & Fernández 2009; Flint *et al.* 1999; McLellan & Swick 2007), además de trabajos anteriores realizados en el área. Para este trabajo, y de acuerdo con las fechas de colecta, sólo consideramos estadios inmaduros de insectos acuáticos. Cada especie/morfoespecie proviene de una sola elevación para reducir el potencial efecto de esta en las relaciones (ej. todos los individuos de *Lancetes angusticollis* provienen del mismo sitio).

Procesamiento de los especímenes

Se tomaron fotografías de todos los especímenes en una lupa estereoscópica (Leica S6D) con cámara acoplada (M-SHOT90). La medida de tamaño corporal (mm) incluye la distancia entre la parte anterior de la cabeza (clípeo) y la parte posterior del último segmento abdominal sin considerar cercos u otros apéndices. Se usó el programa open source ImageJ 1.53e (Rasband, 1997–2007) para todas las mediciones, ya que este permite, además de medidas lineales, el trabajo con individuos cuyos cuerpos se han curvado por los métodos de preservación. Para las determinaciones de peso seco (mg), cada individuo fue transferido a bandejas individuales de aluminio y posteriormente a un horno de convección (LDO 360F) a 70° C por 48 hrs. Los pesos se obtuvieron con una balanza analítica (SHIMADZU AUX 220) con precisión de 0,01 mg. Cuando los especímenes eran muy pequeños para ser pesados, se agruparon y pesaron juntos, para calcular

el promedio de los individuos (Miserendino, 2001). Los individuos de Trichoptera fueron medidos y pesados sin sus estuches, y los detritos de *Pelurgoperla personata* fueron cuidadosamente removidos para evitar interferencia en el peso de los individuos.

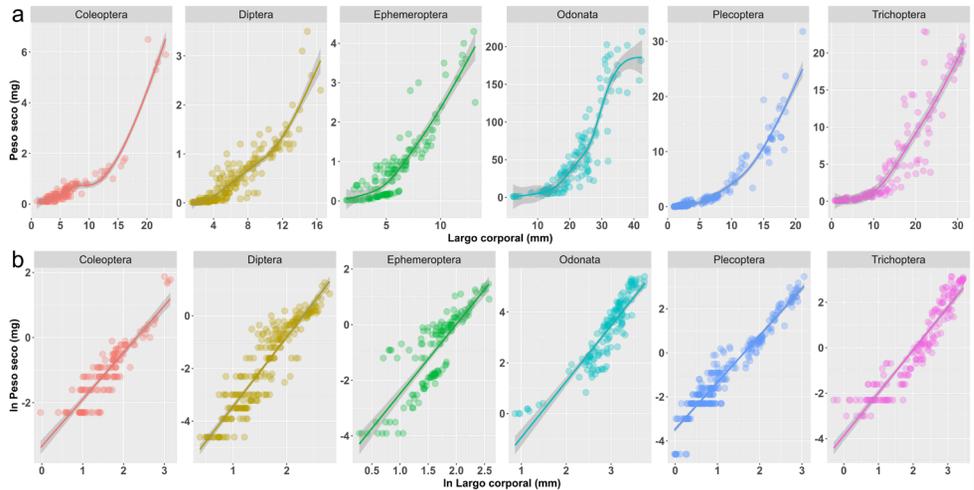
Análisis de los datos

Las relaciones entre el largo corporal y el peso seco usualmente se evalúan asumiendo que ambas variables están relacionadas por la ecuación potencial: $PS = aL^b$, o su equivalente logarítmica: $\ln PS = \ln a + b \ln L$, donde PS es peso seco, a y b son parámetros de la ecuación, L es la longitud corporal y \ln es logaritmo natural. El parámetro a (intercepto) es el valor esperado de la variable dependiente cuando L es cero, mientras que b (pendiente) es el coeficiente de regresión de la variable independiente asociada al incremento de la variable dependiente (Urias & Salvador 2014). La información que provee el parámetro b es importante, ya que indica la naturaleza y fuerza de la relación entre las variables. Ambas ecuaciones se basan en que el peso (variable dependiente) de un organismo es proporcional al tamaño (variable independiente) de este. La ecuación potencial presenta una curva de ajuste lineal. Esta regresión se ajusta mediante los mínimos cuadrados, minimizando la varianza de los estimadores de los coeficientes. Por otra parte, la ecuación logarítmica representa un ajuste lineal tradicional. En ambos casos, los ajustes de estas regresiones permiten la predicción de datos desconocidos (ej. estados de desarrollo no colectados). Para evaluar el efecto que tiene el parámetro b sobre a , y la significancia de este efecto se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA, $\alpha = 0,05$). Para la construcción de las regresiones, sus curvas de ajuste y el ANCOVA se utilizó R Studio 1.4.1717 (R Studio, 2022), utilizando el conjunto de paquetes de *tidyverse* (Wickham *et al.* 2019). Las funciones de ajuste utilizadas para las regresiones fueron *gam* (del inglés *generalized additive model*) para la ecuación potencial (datos no lineales) y *lm* (*linear model*) para la ecuación logarítmica. Para ajustar la función *gam* a un set de datos con menos de 1000 observaciones se añadió a la línea de código de *geom_smooth* el comando "method = "gam", formula = y ~ s(x, bs = "cs"), se = TRUE".

RESULTADOS

Se determinaron las relaciones entre el largo corporal (mm) y peso seco (mg) para un total de 1120 especímenes (25 especies/ morfoespecies) pertenecientes a los seis órdenes más comunes presentes en cursos y cuerpos de agua de isla Navarino: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera (Fig. 2). En términos generales, los rangos de largo corporal variaron entre 0,75 y 42,49 mm y los pesos secos entre 0,05 y 220,20 mg. Los órdenes con especies de mayor largo corporal y peso son Odonata y Trichoptera, mientras que las especies más pequeñas se encuentran en los órdenes Diptera y Ephemeroptera (Tabla 1). En la mayoría de los casos, los coeficientes de regresión indicaron una fuerte correlación entre el largo corporal y el peso seco, tanto a nivel de orden ($R^2 = 0,72 - 0,93$) como por especie/ morfoespecie ($R^2 = 0,73 - 0,96$), a excepción de una correlación moderada para *Gigantodax* sp. ($R^2 = 0,64$; ver Tabla 1 y 2 para detalles). Las correlaciones resultan más precisas cuando se determinan a nivel de especie/ morfoespecie que a nivel de orden. El valor medio de b (pendiente de la regresión) para los seis órdenes fue de 2,52, fluctuando entre $1,44 \pm 0,66$ y $2,64 \pm 0,07$ (Tabla 1). Para el nivel de especies este presentó gran variabilidad abarcando desde $1,25 \pm 0,11$ (*Luchoelmis magallanensis*) a $5,22 \pm 0,42$ (*Aubertoperla kuscheli*), con un valor medio de $1,95 \pm 0,09$ (*Andesiops torrens*). Se encontraron diferencias significativas para las regresiones tanto a nivel de orden como de especies (ANCOVA, $p < 0,0001$ para ambos casos).

Fig. 2. Relaciones longitud-
peso para seis
órdenes de insectos
acuáticos presentes
en el río Róbalo, isla
Navarino. La primera
fila a) de figuras
representa los datos
no transformados
para la relación
 $PS = aL^b$, y la
segunda b) los datos
transformados para
la relación $\log PS =$
 $\ln a + b \ln L$ (PS es
peso seco y L es largo
corporal).



DISCUSIÓN

En este trabajo presentamos las relaciones entre el largo corporal y el peso seco para 25 especies de insectos acuáticos, pertenecientes a seis órdenes, comunes en ambientes lóticos y lénticos de isla Navarino. El resultado de estas regresiones, en su mayoría, presentaron una fuerte correlación entre el tamaño del cuerpo de cada organismo y su peso seco, tanto a nivel de orden como de especie (Tabla 1 y 2). Cabe destacar que, para muchos casos, estas estimaciones entregan también una aproximación a los estados de desarrollo, al contrastar una variable respuesta con el desarrollo del tamaño corporal (ej. el caso de las regresiones lineales en la Fig. 3). Se ha sugerido que el parámetro *b* (pendiente de la regresión) de estas ecuaciones, ocurre en un rango de valores dependientes del nivel de quitinización del exoesqueleto de los organismos (Smock, 1980; Miserendino 2001). Usualmente, para insectos acuáticos los valores que toma *b* se encuentran entre 2,5 y 3 (estudios realizados en América del Norte y Argentina; Benke *et al.* 1999, Miserendino, 2001). Sin embargo, en nuestro trabajo se puede observar que los valores de *b* de la mayoría de las especies estudiadas se encuentran bajo el rango sugerido, y en el caso de

Fig. 3. Relaciones longitud-
peso para especies de
Coleoptera presentes
en el río Róbalo, isla
Navarino. La primera
fila a) de figuras
representa los datos
no transformados
para la relación
 $PS = aL^b$, y la
segunda b) los datos
transformados para
la relación $\log PS =$
 $\ln a + b \ln L$ (PS es
peso seco y L es largo
corporal).

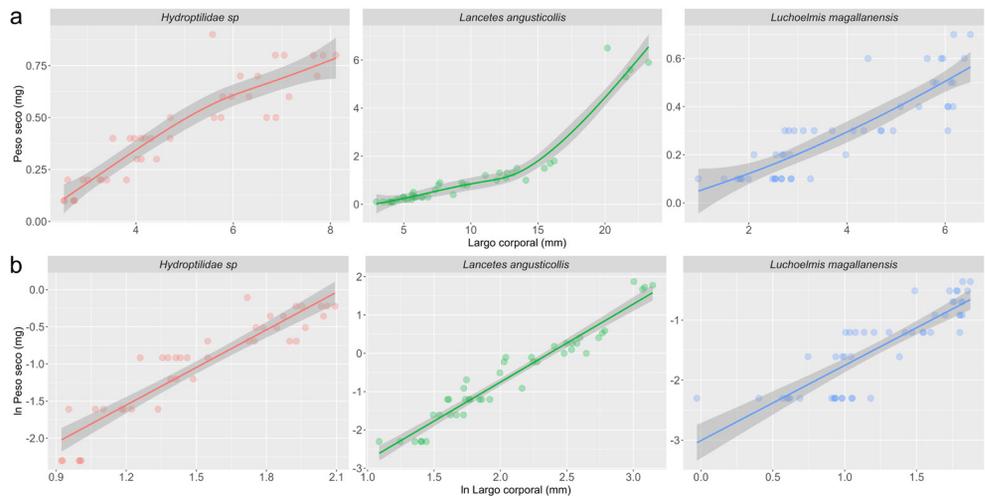
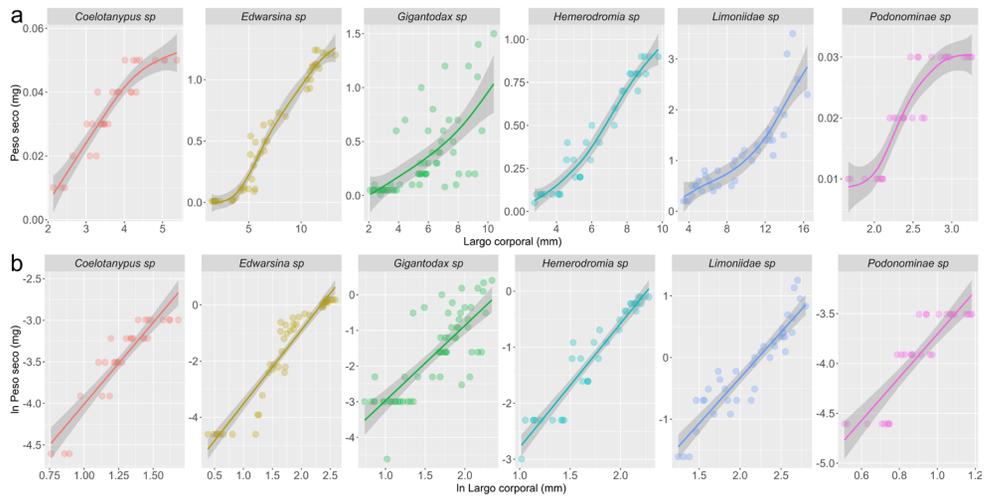


Fig. 4. Relaciones longitud-peso para especies de Díptera presentes en el río Róbalo, isla Navarino. La primera fila a) de figuras representa los datos no transformados para la relación $PS = aL^b$, y la segunda b) los datos transformados para la relación $\log PS = \ln a + b \ln L$ (PS es peso seco y L es largo corporal).



Aubertoperla kuscheli muy por sobre dicho valor. Esto puede deberse a alguna de las siguientes situaciones: falta de representatividad de estados de desarrollo en la muestra, acumulación de detritos, grado de quitinización en alguna de las etapas o alguna particularidad de los insectos acuáticos de esta austral ecorregión. Adicionalmente, la variación en los valores de b puede proporcionar información clave sobre el ambiente y estrategias tróficas. Se ha sugerido que este parámetro puede reflejar factores que influyen en la forma y tamaño corporal, como la velocidad del caudal, para enfrentar o adherirse a corrientes rápidas (Fenoglio *et al.* 2020). Organismos con dietas ricas en energía, como los depredadores, tienden a tener relaciones longitud-peso distintas a los detritívoros, reforzando la idea de que tanto el tipo de hábitat como las estrategias tróficas juegan roles importantes en las proporciones corporales (Knight *et al.* 2005; Fenoglio *et al.* 2020). No obstante, para evaluar esta última hipótesis, son necesarios trabajos en distintas localidades de la ecorregión subantártica de Magallanes.

En general, para realizar buenas estimaciones de largo corporal y peso seco es importante considerar las potenciales fuentes de variación, como ambientes de colecta distintos, los

Fig. 5. Relaciones longitud-peso para especies de Ephemeroptera presentes en el río Róbalo, isla Navarino. La primera fila a) de figuras representa los datos no transformados para la relación $PS = aL^b$, y la segunda b) los datos transformados para la relación $\log PS = \ln a + b \ln L$ (PS es peso seco y L es largo corporal).

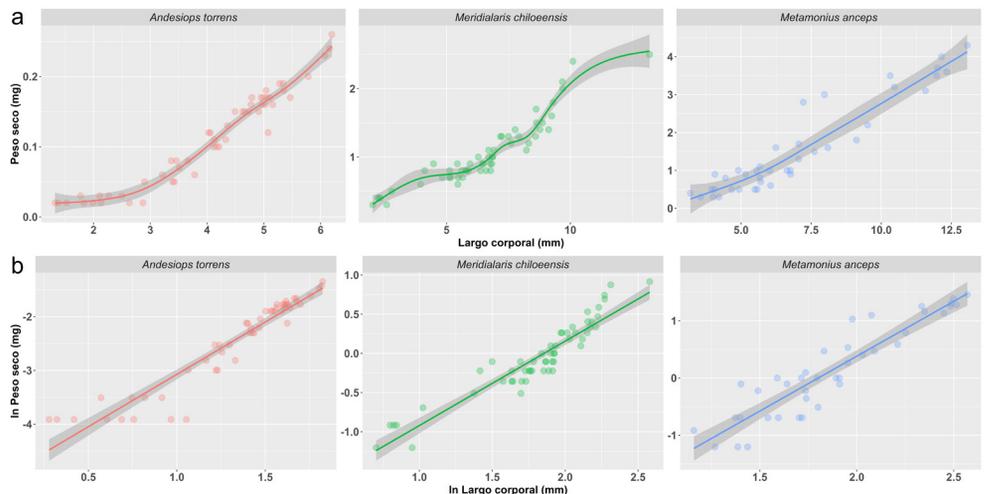
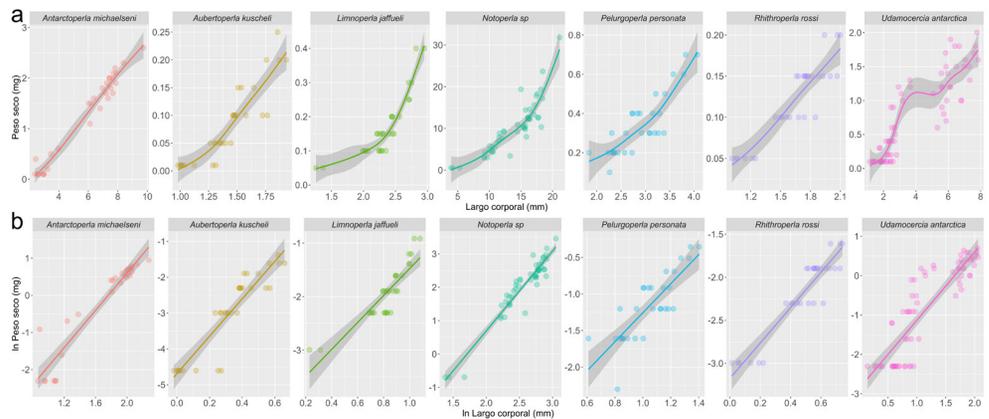


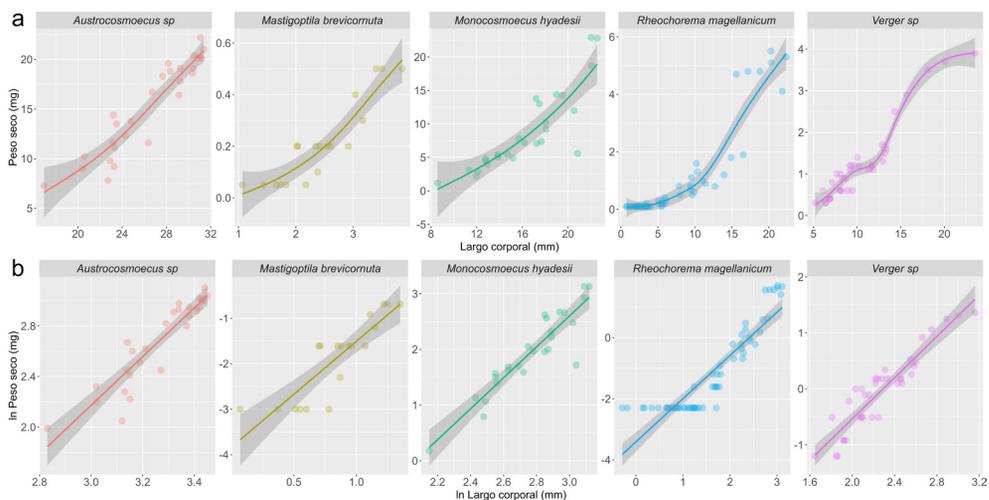
Fig. 6. Relaciones longitud-
peso para especies de
Plecoptera presentes
en el río Róbalo, isla
Navarino. La primera
fila a) de figuras
representa los datos
no transformados para
la relación $PS = aL^b$, y
la segunda b) los datos
transformados para la
relación $\log PS = \ln a + b$
 $\ln L$ (PS es peso seco y L
es largo corporal).



métodos de preservación y la estandarización del procesamiento. Es por esto, que extrapolar los valores desde otras regiones puede no representar la realidad de los sistemas de estudio (Miserendino, 2001; Stoffels *et al.* 2003). Usualmente, se comparan los valores obtenidos de las regresiones entre regiones muy distantes, encontrando algunas similitudes y discrepancias (ej. Japón, Norteamérica, Europa; Miyasaka *et al.* 2008). Adicionalmente, la resolución taxonómica es también importante, las correlaciones a nivel de orden resultan en coeficientes de regresión menores debido a que incluyen los rangos de tamaño de todas las especies. Estas ecuaciones permiten una buena aproximación para entender dinámicas funcionales, como la productividad secundaria de los sistemas dulceacuicolas (Benke *et al.* 1999; Stoffels *et al.* 2003).

En el contexto del cambio ambiental global, se predice que el aumento de la temperatura tendrá un impacto significativo en la biodiversidad, sobre todo en sus aspectos funcionales como crecimiento y desarrollo (Harvey *et al.* 2023). En insectos, esto podría resultar en una reducción del tamaño corporal (y biomasa), afectando su reproducción, longevidad y dispersión, reduciendo su resiliencia a estos cambios y, en el peor de los casos, provocando la extinción local de algunas poblaciones (Gardner *et al.* 2011; Hof *et al.* 2011; Sweeney *et al.* 2018). Por otro lado, los aumentos de temperatura podrían alargar o acortar la duración de la temporada de crecimiento, permitiendo que algunas especies aumenten el número de generaciones (voltinismo)

Fig. 7. Relaciones longitud-
peso para especies de
Trichoptera presentes
en el río Róbalo, isla
Navarino. La primera
fila a) de figuras
representa los datos
no transformados para
la relación $PS = aL^b$, y
la segunda b) los datos
transformados para la
relación $\log PS = \ln a + b$
 $\ln L$ (PS es peso seco y L
es largo corporal).



anuales. Una de las consecuencias de la alteración en el voltinismo puede ser la producción de adultos más pequeños (menor biomasa) debido a ciclos de vida cortos y períodos acelerados de desarrollo (Hof *et al.* 2011; Horne *et al.* 2015). Nuevos estudios y generación de datos de biomasa, morfometría u otros aspectos funcionales de la biodiversidad proporcionan una base y buena alternativa costo-efectiva para el monitoreo de insectos acuáticos en el actual escenario de cambios ambientales globales.

Esperamos que este trabajo inspire investigación sobre productividad secundaria, estimación de biomasa, y/o estudios comparativos en otros ecosistemas de agua dulce de esta austral región. Integrar los distintos aspectos de la biodiversidad puede orientar de mejor manera la identificación de áreas vulnerables a impactos antrópicos y/o efectos derivados del cambio ambiental global.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de Miguel Troncoso por su ayuda en el trabajo de campo. Los autores además agradecen el apoyo del Centro Internacional Cabo de Hornos, del Instituto Milenio de Biodiversidad en Ecosistemas Antárticos y Subantárticos y de la Iniciativa Científica Milenio INVASAL. Este trabajo es una contribución del Laboratorio Wankara de Ecosistemas Dulceacuícolas Antárticos.

LITERATURA CITADA

- Albariño, R. J., & Balseiro, E. G. (1998). Larval size and leaf conditioning in the breakdown of *Nothofagus pumilio* leaves by *Klapopteryx kuscheli* (Insecta, Plecoptera) in a South Andean stream. *International Review of Hydrobiology*, 83: 397-404.
- Benke, A. C., Hurn, A. D., Smock, L. A., & Wallace, J. B. (1999). Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. *Journal of the North American Benthological Society*, 18(3): 308-343.
- Contador, T. & Kennedy, J. (2016). The life histories of *Meridialaris chiloeensis* (Demoulin, 1955) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) and *Gigantodax rufescens* (Edwards, 1931) (Diptera: Simuliidae) on a Magellanic sub-Antarctic island (55° S). *Aquatic Insects*, 37(2): 1-14.
- Contador, T., Kennedy, J. H., Rozzi, R. & Ojeda, J. (2015). Sharp altitudinal gradients in Magellanic sub-Antarctic streams: patterns along a fluvial system in the Cape Horn Biosphere Reserve (55° S). *Polar Biology*, 38(11): 1853-1866.
- Dominguez, E. & Fernández, H. R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- Fenoglio, S., Tierno de Figueroa, J. M., Doretto, A., Falasco, E., & Bona, F. (2020). Aquatic insects and benthic diatoms: a history of biotic relationships in freshwater ecosystems. *Water*, 12(10): 2934.
- Flint, O. S., Holzenthal, R. W. & Harris, S. C. (1999). Nomenclatural and systematic changes in the Neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). *Insecta Mundi*, 13: 73-84.
- Gardner, J. L., Peters, A., Kearney, M. R., Joseph, L., & Heinsohn, R. (2011). Declining body size: a third universal response to warming?. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(6): 285-291.
- Harvey, J. A., Tougeron, K., Gols, R., Heinen, R., Abarca, M., Abram, P. K., ... & Chown, S. L. (2023). Scientists' warning on climate change and insects. *Ecological Monographs*, 93(1), e1553.
- Hódar, J. A. (1996). The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. *Acta Oecologica*, 17(5): 421-433.
- Hof, C., Levinsky, I., Araujo, M. B., & Rahbek, C. (2011). Rethinking species' ability to cope with rapid climate change. *Global Change Biology*, 17(9): 2987-2990.

- Horne, C. R., Hirst, A. G., & Atkinson, D. (2015). Temperature-size responses match latitudinal-size clines in arthropods, revealing critical differences between aquatic and terrestrial species. *Ecology Letters*, 18(4): 327-335.
- Knight, T. M., McCoy, M. W., Chase, J. M., McCoy, K. A., & Holt, R. D. (2005). Trophic cascades across ecosystems. *Nature*, 437(7060): 880-883.
- Marquina, D., Buczek, M., Ronquist, F., & Łukasik, P. (2021). The effect of ethanol concentration on the morphological and molecular preservation of insects for biodiversity studies. *PeerJ*, 9, e10799.
- McKinney, R. A., Glatt, S. M., & Williams, S. R. (2004). Allometric length-weight relationships for benthic prey of aquatic wildlife in coastal marine habitats. *Wildlife Biology*, 10(4): 241-249.
- McLellan, I. D. & Swick, P. (2007) New species and keys to South American Gripopterygidae (Plecoptera). *Illiesia*, 3(4): 20-42.
- Miserendino, M. L. (2001). Length-mass relationships for macroinvertebrates in freshwater environments of Patagonia (Argentina). *Ecología Austral*, 11(1): 3-8.
- Miyasaka, H., Genkai-Kato, M., Miyake, Y., Kishi, D., Katano, I., Doi, H., Hona, S., & Kuhara, N. (2008). Relationships between length and weight of freshwater macroinvertebrates in Japan. *Limnology*, 9: 75-80.
- R Studio. (2022). R Studio: Integrated Development Environment for R (Version 1.4.1717) [Computer software]. <https://www.rstudio.com/>
- Rendoll-Cárcamo, J., Contador, T., Gañán, M., Troncoso, C. P., Márquez, A. M., Convey, P., Kennedy, J. & Rozzi, R. (2019). Altitudinal gradients in Magellanic sub-Antarctic lagoons: the effect of elevation on freshwater macroinvertebrate diversity and distribution. *PeerJ*, 7, e7128.
- Rendoll-Cárcamo, J., Gañán, M., Madriz, R.I., Convey, P. & Contador, T. (2023). Wing reduction and body size variation along a steep elevation gradient: a case study with Magellanic sub-Antarctic mayflies and stoneflies. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11:1188889.
- Rosenfeld, S., Convey, P., Contador, T., Rendoll-Cárcamo, J., Poulin, E., Maturana, C., Frugone, M. J., & Mackenzie, R. (2020). *Capítulo VII Magallanes, laboratorio del cambio global*. En: Magallanes: tres descubrimientos. Aldunate, C., R. Rozzi, F. Morello & F. Massardo (eds.). Colección Santander, Museo de Chileno de Arte Precolombino, Santiago, Chile. (263 pp.)Rozzi, R., Crego, R. D., Contador, T., Schüttler, E., Rosenfeld, S., Mackenzie, R., ... & Massardo, F. (2020). Un centinela para el monitoreo del cambio climático y su impacto sobre la biodiversidad en la cumbre austral de América: La nueva red de estudios a largo Plazo Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 48 (3): 45-81.
- Smock, L. A. (1980). Relationships between body size and biomass of aquatic insects. *Freshwater Biology*, 10(4): 375-383.
- Santini, L., Benítez-López, A., Ficetola, G. F., & Huijbregts, M. A. (2018). Length-mass allometries in amphibians. *Integrative zoology*, 13(1): 36-45.
- Stoffels, R. J., Karbe, S., & Paterson, R. A. (2003). Length-mass models for some common New Zealand littoral-benthic macroinvertebrates, with a note on within-taxon variability in parameter values among published models. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37(2): 449-460.
- Sweeney, B. W., Funk, D. H., Camp, A. A., Buchwalter, D. B., & Jackson, J. K. (2018). Why adult mayflies of *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera: Baetidae) become smaller as temperature warms. *Freshwater Science*, 37(1): 64-81.
- Urias, H. Q., & Salvador, B. R. P. (2014). *Estadística para ingeniería y ciencias*. Grupo Editorial Patria.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D. A., François, R., ... & Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43): 1686.

Tabla 1.
Valores para los parámetros ln a y b (y sus errores estándar) obtenidos de la relación entre largo corporal (mm) y peso seco (mg) para los diferentes órdenes de insectos acuáticos presentes en el río Róbalo, isla Navarino. Se entregan además los valores de los coeficientes de determinación (R²), el número de individuos (n) y el rango de longitud de individuos (mm).

Taxa	Constantes de regresión				Rango de longitud (mm)
	ln a	b	R ²	n	
Coleoptera	-3,34 ± 0,10	1,44 ± 0,06	0.8	133	0,97 - 23,24
Diptera	-6.08 ± 0,12	2,64 ± 0,07	0.76	244	1,47 - 16,41
Ephemeroptera	-4,98 ± 0,22	2,50 ± 0,13	0.72	148	1,18 - 13,20
Odonata	-3,15 ± 0,25	2,20 ± 0,08	0.82	152	2,37 - 42,49
Plecoptera	-3,47 ± 0,05	2,13 ± 0,04	0.93	273	0,98 - 21,11
Trichoptera	-3,87 ± 0,12	1,89 ± 0,05	0.88	170	0,75 - 31,37

Taxa			Constantes de regresión				Rango de longitud (mm)	Elevación (m.s.n.m.) del sitio de colecta
			ln a	b	R ²	n		
Insecta Coleoptera	Dytiscidae	<i>Lancetes angusticollis*</i>	-4,83 ± 0,18	2,04 ± 0,08	0.93	43	2,97 - 23,24	20
	Elmidae	<i>Luchoelmis magallanensis</i>	-3,01 ± 0,15	1,25 ± 0,11	0.73	50	0,97 - 6,52	250
	Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae sp1.</i>	-3,58 ± 0,18	1,69 ± 0,11	0.86	40	2,52 - 8,11	500
Diptera	Blephariceridae	<i>Edwarsina sp.</i>	-3,31 ± 0,09	1,41 ± 0,05	0.95	50	1,47 - 13,27	150
	Chironomidae	<i>Podonominae sp.</i>	-5,87 ± 0,20	2,17 ± 0,21	0.87	30	1,67 - 3,26	150
		<i>Coelotanypus sp.*</i>	-4,83 ± 0,18	2,04 ± 0,08	0.93	30	2,14 - 5,38	20
	Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>	-5,00 ± 0,20	2,11 ± 0,11	0.92	36	2,77 - 9,77	250
	Limoniidae	<i>Limoniidae sp.</i>	-3,79 ± 0,14	1,91 ± 0,07	0.96	38	3,48 - 16,41	250
Simuliidae	<i>Gigantodax sp.</i>	-5,08 ± 0,35	2,11 ± 0,21	0.64	60	2,09 - 10,39	250	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops torrens</i>	-5,02 ± 0,12	1,95 ± 0,09	0.9	53	1,32 - 6,20	150
	Leptophlebiidae	<i>Meridialaris chiloeensis</i>	-2,00 ± 0,10	1,08 ± 0,05	0.88	55	2,02 - 13,20	250
	Nesameletidae	<i>Metamonius anceps</i>	-3,46 ± 0,25	1,92 ± 0,13	0.85	40	3,19 - 13,07	380
Odonata	Aeshnidae	<i>Rhionaeschna variegata*</i>	-3,15 ± 0,25	2,20 ± 0,08	0.82	152	2,37 - 42,49	20

Tabla 2.
Valores para los parámetros ln a y b (y sus errores estándar) obtenidos de la relación entre largo corporal (mm) y peso seco (mg) para los diferentes taxa de insectos acuáticos presentes en el río Róbalo, isla Navarino. Se entregan además los valores de los coeficientes de determinación (R²), el número de individuos (n) y el rango de longitud de individuos (mm). Las especies con un asterisco (*) son aquellas obtenidas en ambientes lénticos.

Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Antarctoperla michaelsoni</i>	-4,43 ± 0,26	2,52 ± 0,15	0,91	30	2,39 - 9,74	150
		<i>Aubertoperla kuscheli</i>	-4,69 ± 0,10	5,22 ± 0,42	0,84	32	0,98 - 1,93	150
		<i>Limnoperla jaffueli</i>	-3,99 ± 0,21	2,51 ± 0,25	0,79	30	1,26 - 2,95	150
		<i>Notoperla sp.</i>	-4,09 ± 0,27	2,39 ± 0,11	0,91	50	3,97 - 21,11	500
		<i>Pelurgoperla personata</i>	-3,24 ± 0,27	1,98 ± 0,26	0,68	30	1,84 - 4,07	250
		<i>Rhithroperla rossi</i>	-3,18 ± 0,08	2,06 ± 0,15	0,88	30	1,01 - 2,1	150
	Notonemouridae	<i>Udamocercia antarctica</i>	-2,87 ± 0,15	1,74 ± 0,11	0,78	71	1,16 - 7,85	500
Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mastigoptila brevicornuta</i>	-3,82 ± 0,29	2,32 ± 0,32	0,8	19	1,07 - 3,85	150
		<i>Rheochorema magallanicum</i>	-3,42 ± 0,16	1,42 ± 0,09	0,82	61	0,75 - 22,32	380
	Limnephilidae	<i>Austrocosmoecus hirsutus</i>	-3,64 ± 0,51	1,94 ± 0,16	0,85	28	16,94 - 31,37	380
		<i>Monocosmoecus hyadesi</i>	5,72 ± 0,66	2,77 ± 0,24	0,85	26	8,57 - 22,55	250
		<i>Verger sp.</i>	-3,87 ± 0,12	1,89 ± 0,05	0,88	36	5,22 - 23,51	250

Apéndice: Afiliación declara por cada uno de los autores

Número afiliación	Nombre de la institución y/u organización Afiliación
a	Laboratorio Wankara, Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile. ✉ rendoll@umag.cl
b	Instituto Milenio de Biodiversidad en Ecosistemas Antárticos y Subantárticos (BASE), Santiago, Chile
c	Núcleo Milenio de Salmónidos Invasores Australes (INVASAL), Concepción, Chile.
d	British Antarctic Survey, NERC, Cambridge, UK.
e	Department of Zoology, University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa.

Autor	Afiliación
Javier Rendoll-Cárcamo	a*
Melisa Gañán	b
Peter Convey	c
Tamara Contador Mejías	d*