

**SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRÁULICA**  
**XXVI CONGRESO CHILENO DE INGENIERIA HIDRÁULICA.**

**¿SE PIERDE EL AGUA AL LLEGAR AL MAR?: UNA PROPUESTA  
METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DEL AGUA DULCE  
SOBRE PESQUERÍAS DE AMBIENTES ESTUARINOS**

**Carlos Leal G.<sup>1</sup>**  
**Oscar Link L.<sup>2</sup>**

**RESUMEN**

Hasta comienzos del presente siglo, aún existía la percepción de que el agua dulce proveniente de los ríos se perdía al entrar al mar, pese a la amplia evidencia que indicaba la importancia de los ríos para el funcionamiento de los ecosistemas estuarinos, costeros y oceánicos. En efecto, la descarga de agua y sedimentos provenientes de los ríos, pueden tener efectos sobre diversos grupos de organismos que habitan estas zonas tales como fitoplancton, zooplancton, invertebrados, peces, aves y otros vertebrados. Las pesquerías costeras de pequeña escala, también se ven afectadas en su crecimiento y producción de biomasa, por las descargas de los ríos, afectando también el comportamiento de los pescadores. Esta propuesta busca analizar los efectos de los regímenes hidrológicos de ríos sobre la productividad pesquera, en ambientes estuarinos. Como caso de estudio se analizarán las pesquerías del alga pelillo, y los moluscos choro y chorito, todas con una dependencia facultativa sobre el agua dulce, es decir, que utilizan los ambientes estuarinos, para mejorar su desempeño de crecimiento y/o producción de biomasa. El énfasis de esta propuesta metodológica está puesto en evaluar si los componentes de regímenes hidrológicos como frecuencia, duración, tasa de cambio y timing son mejores predictores de productividad pesquera que la magnitud de los caudales. Los ríos serán también caracterizados de acuerdo a sus intervenciones antrópicas, considerando la presencia de embalses, de centrales hidroeléctricas, la actividad agro-forestal y extracciones de agua. Se hipotetiza que aquellos ríos que tengan mayor actividad antrópica en sus cuencas, presenten progresivamente indicadores de productividad pesquera más bajos que aquellas pesquerías desarrolladas en cuencas menos intervenidas.

---

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile – email:cleal@udec.cl

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Chile, email:olink@udec.cl

## 1. INTRODUCCIÓN

Hasta comienzos de la década del 2000, aún existía la falsa percepción de que el agua dulce se perdía al entrar en el océano (Gillanders & Kingsford, 2002). Esta perspectiva se expuso en un editorial de la revista *Science* en 1985, en el contexto de la crisis energética en EEUU y Canadá, y donde se planteaba el reemplazo de fuentes de energía proveniente desde combustibles fósiles a fuentes limpias provenientes de la energía hidráulica, destacando el aprovechamiento del agua que se desperdiciaba al llegar al mar (Abelson, 1985). Sin embargo, evidencias del efecto positivo de los ríos sobre los sistemas costeros, la importancia de sus plumas, aporte de nutrientes, carga de sedimentos y sus efectos sobre la productividad se conocía desde hacía mucho tiempo antes (Correll, 1981; Osemene et al., 1984; Sutcliffe, 1972; Sutcliffe, 1973; Zakharova et al., 2006).

Alrededor de 1,3 millones de m<sup>3</sup>/s de agua dulce fluyen a través de ríos hacia los ecosistemas estuarinos y costeros del mundo (Trenberth et al., 2007). Pero los ríos no solo transportan agua, sino que también transportan nutrientes provenientes de las tierras de cultivo, sílice que se origina a partir de la meteorización y la descomposición de minerales, y partículas en suspensión, ingresando cada año 12,6 x 10<sup>6</sup> toneladas de sedimentos al océano (Syvitski et al., 2005). A medida que el agua dulce de un río fluye desde la costa hacia el océano, permanece en la superficie y se esparce como una pluma boyante, debido a su menor densidad (Izett & Fennel, 2018).

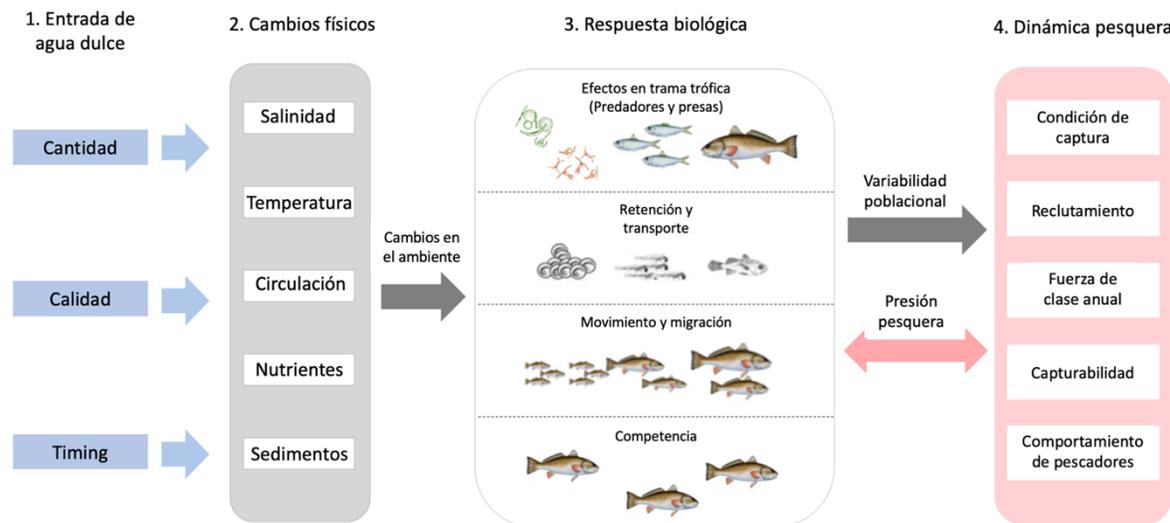
Gillanders and Kingsford (2002), realizaron una amplia revisión de los efectos del agua dulce en sistemas costeros, indicando que los cambios, tanto aumentos como disminuciones de los caudales, pueden tener impactos relevantes en ambientes tales como marismas, manglares, bosques de algas, arrecifes de coral; así como efectos en diversos grupos de organismos tales como fitoplancton, zooplancton, invertebrados, peces, aves y otros vertebrados.

### 1.1. EFECTO DE LOS RÍOS SOBRE PESQUERÍAS ESTUARINAS

Los estuarios son cuerpos de agua, cuyo rango de salinidad oscila entre 0.1 y 30-35 gramos/litro (Pritchard et al. (1967). Estos ambientes son altamente variables, y presentan efectos directos sobre las especies que ahí habitan, a través de variaciones de temperatura y salinidad, y también efectos indirectos asociados a la disponibilidad de alimentos y hábitat (Saeck et al., 2013).

La influencia de los ríos sobre pesquerías de estuarios, comenzó a documentarse con fuerza a partir de los años 70's, con los estudios de Sutcliffe, quien observó correlaciones positivas entre la escorrentía y la captura de especies comerciales en el Golfo de St. Lawrence, Canadá, sugiriendo un desfase entre el timing de la escorrentía y el efecto final sobre las pesquerías (Sutcliffe, 1972; Sutcliffe, 1973). En los años 90's Drinkwater and Frank (1994) estudiaron el efecto antrópico asociado a la construcción de represas y desvío de aguas en 5 cuerpos de agua asociados a los ríos Nilo (Egipto), Indo (Pakistán), el Mar Negro (Rusia), Bahía San Francisco (EEUU) y Bahía James (Canadá). Estos estudios encontraron en todos los casos, importantes alteraciones en los hábitats tales como la salinización de estuarios, aumentos en la concentración de nutrientes, contaminación, cambios en la composición de especies y disminuciones en la abundancia de los recursos pesqueros. Recientemente, Broadley et al.

(2022), realizaron una revisión de 258 estudios, indicando que el 87% de las pesquerías más importantes en términos de captura a nivel mundial, tienen relación con el agua dulce. Estos autores propusieron un esquema conceptual que relaciona los cambios físico-químicos producto del flujo de agua dulce, las respuesta biológicas de los organismos y la respuesta humana a través de la dinámica pesquera, la cual se evidencia a través de cambios en el comportamiento de los pescadores a la hora de capturar, entre otros efectos como la condición de captura, reclutamiento, fuerza de clases anuales y capturabilidad (**Figura 1**).



**Figura 1.** Esquema conceptual del efecto de entrada de agua dulce proveniente de ríos en sistemas costeros y su influencia en la productividad pesquera. Modificado de Broadley et al. (2022).

## 1.2. RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y SUS EFECTOS SOBRE PESQUERÍAS ESTUARINAS

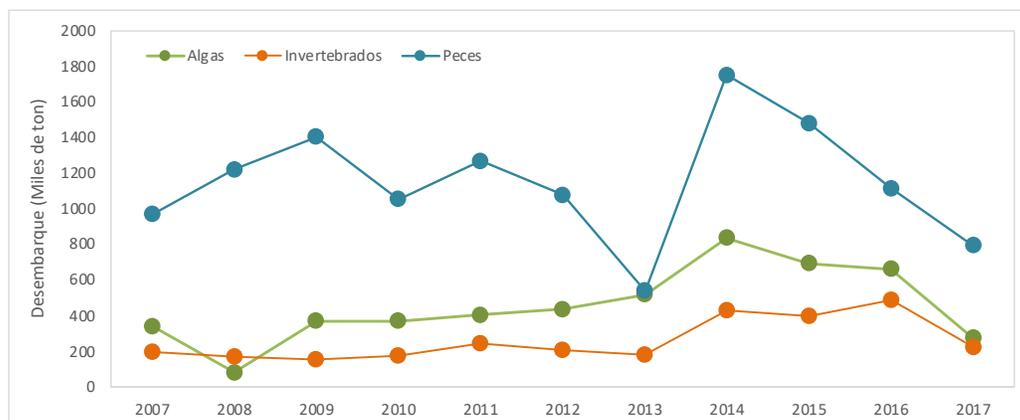
De acuerdo a Poff et al. (1997), existen 5 componentes que definen el régimen hidrológico de un río: (i) la magnitud, que corresponde a la cantidad de agua que pasa por una estación fija en un tiempo determinado; (ii) la frecuencia, que tiene que ver con cómo un flujo por encima de una magnitud dada, se repite durante un intervalo de tiempo específico; (iii) la duración, que es el periodo de tiempo asociado a una condición de flujo específica como una crecida; (iv) el timing o momento, que se refiere a la regularidad con la que ocurre un caudal, por ejemplo, caudales máximos y/o mínimos anuales que pueden ocurrir con una predictibilidad estacional baja o con una predictibilidad estacional alta y; (v) la tasa de cambio de condiciones hidrológicas, que se refiere a cuán rápido cambia la magnitud del caudal en el tiempo. Estos componentes modifican las condiciones físicas en las aguas receptoras y pueden alterar la disponibilidad de un hábitat adecuado (MacCready y Geyer 2009; Poff et al. 2010), donde el crecimiento y la supervivencia de muchas especies pueden verse afectadas por cambios fisiológicos y de comportamiento a corto y largo plazo, que podrían gatillar traslados a otras partes del río, estuario o costa, y en casos extremos causar mortalidad (Drinkwater & Frank, 1994). Por supuesto que, las actividades humanas, también cambian el patrón de variación y perturbación hidrológica natural, alterando la dinámica del hábitat y creando nuevas condiciones a los que la biota nativa debe adaptarse. Obras

hidráulicas como tranques y represas, homogenizan la variabilidad de los caudales estacionales aguas abajo, reduciendo los *peaks* de caudal y aumentando los caudales mínimos; las centrales hidroeléctricas también reducen los caudales y la duración de las descargas; las represas provocan cambios significativos en la estacionalidad, donde el agua puede devolverse al río aguas abajo de la estructura de toma ("uso no consuntivo"), o ser utilizada, por ejemplo, para el riego o suministro de agua ("uso consuntivo"); la canalización y el drenaje pueden aumentar la magnitud de inundaciones extremas, porque la reducción de la capacidad de almacenamiento aguas arriba, da como resultado un suministro acelerado aguas abajo (Hayes et al., 2018; Poff et al., 2003).

En Chile, pocos estudios han documentado la influencia del régimen hidrológico de los ríos sobre las pesquerías, los cuales han intentado buscar relaciones causales entre la descarga fluvial (caudales) y pesquerías (desembarque o densidad de huevos y larvas) (Montes & Quiñones, 1999; Quinones & Montes, 2001; Soto-Mendoza et al., 2010; Zunguza et al., 2020). Sin embargo, ninguno de estos estudios, ha considerado el efecto que pueden tener las alteraciones de las componentes del régimen hidrológico natural: magnitud, frecuencia, duración, timing y tasa de cambio del caudal (Poff et al., 1997) sobre la pesquería, entendiéndola como la variabilidad del recurso pesquero y también la actividad de captura por parte de las comunidades locales. Adicionalmente, y exceptuando el estudio efectuado en róbalo (Quinones & Montes, 2001), tampoco se han estudiado otras especies de importancia comercial, que habiten directamente en estuarios en su etapa adulta.

### 1.3.PESQUERÍAS NO SON SOLO PECES

El concepto de pesquerías, no solo se refiere a captura de peces. Si bien, en términos de volúmenes extraídos los peces son los recursos más importantes, contribuyendo con un 61% de los desembarques a nivel nacional, existen otros grupos de organismos relevantes para la actividad pesquera artesanal como son las algas (huiros, pelillo, lugas) que contribuyen con un 21% de los desembarques artesanales, y los invertebrados (jibia, erizo, almejas, mitílicos, caracoles, jaibas) que aportan con un 17% de los desembarques artesanales a nivel nacional (Figura 2).



**Figura 2.** Desembarques artesanales a nivel nacional entre los años 2007 y 2017. Fuente: SERNAPESCA, 2018.

La flota que opera sobre las zonas estuarinas y costeras a nivel nacional, es fundamentalmente artesanal, conocida también como de pequeña escala, la cual, a diferencia de la pesca industrial, suele estar asociada a una serie de motivaciones que pueden incluir otras acciones diferentes al lucro, tales como el ocio y la relajación, la recolección de mariscos para subsistencia, o bien tener fines culturales específicos (Kittinger, 2013). Además, la pesca artesanal se caracteriza por operar muy cerca de la costa, con embarcaciones y motores de baja autonomía, que permiten la ejecución de faenas de pesca de corta duración, usualmente diarias. En el mundo, la pesca artesanal genera una mayor cantidad de empleos que la pesca industrial (FAO, 2022), y en Chile hay más de 90 mil pescadores artesanales y 78 mil trabajadores de plantas pesqueras asociadas al sector industrial (SSPA, 2019).

## 2. METODOLOGÍA PROPUESTA

La presente propuesta metodológica busca evaluar el efecto de los regímenes hidrológicos de ríos, sobre pesquerías estuarinas y costeras de pequeña escala.

### 2.1. CASO DE ESTUDIO

Como caso de estudio, se analizará la pesquería del alga pelillo (*Agarophyton chilense*) y los moluscos bivalvos choro (*Choromytilus chorus*) y chorito (*Mytilus chilensis*), todas especies que presentan una dependencia facultativa sobre el agua dulce (Potter et al., 2015), es decir, que utilizan los ambientes estuarinos, para mejorar su desempeño de crecimiento y/o producción de biomasa (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Moluscos y algas comerciales con dependencia de agua dulce en la zona centro-sur de Chile.

Recurso	Especie	Características	Autores
<b>Pelillo</b>	<i>Agarophyton chilense</i>	En ambientes estuarinos, y sobre fondo fango-arenoso los talos son esbeltos y más delgados, alcanzando las mayores dimensiones	Westermeier et al 1991; Romo & Alveal, 1979
<b>Choro</b>	<i>Choromytilus chorus</i>	Crecimiento poblacional e individual se ve favorecido en ambientes estuarinos, con salinidad fluctuante entre 18 a 25‰ y temperaturas medias del rango de 15 a 20°C, siendo también resistentes a los cambios en estas variables.	Lozada & Santa Cruz, 1979.
<b>Chorito</b>	<i>Mytilus chilensis</i>	Habitan principalmente zonas de baja salinidad especialmente donde se mezcla agua dulce y agua de mar. Posee amplio rango de salinidad (4 y 32 ppm)	(Pacheco & Olave, 2000)

Las especies de la **Tabla 1**, constituyen pesquerías de importancia comercial tanto a nivel local e internacional. El pelillo, es un recurso de gran relevancia del cual se extrae el agar, producto con gran demanda en el mercado internacional en la industria de alimentos (fabricación de dulce de leche, yogurt, gelatinas y pasteles entre otros), industria farmacéutica, microbiología, biotecnología (IFOP, 2007). El choro presenta gran importancia en las comunidades locales, y ha sido intensamente explotado en el centro sur de Chile, y con aumento en sus capturas a partir del año 2000 en el norte de Chile (Avendano & Cantillanez, 2011). Finalmente, el chorito es de gran importancia a nivel internacional, con exportaciones superiores a 75 mil toneladas, posicionando a Chile como segundo productor y primer

exportador a nivel mundial de chorito, participando en más de 55 mercados (Contreras & Godoy, 2021).

## 2.2 OBTENCIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD PESQUERA

La primera etapa de la metodología propuesta consiste en un análisis exploratorio a nivel nacional de las bases de datos del Servicio Nacional de Pesca entre 1980 y 2022 (SERNAPESCA, 2023), a través del cual se analizarán los desembarques de las especies de la **Tabla 1**, en localidades cercanas a la desembocadura de ríos. Complementariamente, se analizará la información proveniente de AMERB<sup>3</sup>, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA, 2023), que cuenta con información de indicadores de productividad pesquera a partir del año 2000.

La información que se obtenga de las estadísticas de desembarque y de las AMERB, será sistematizada, homogenizada y dada la naturaleza de la información, será analizada a escala anual. Adicionalmente, se solicitará a SERNAPESCA, información de contexto asociada al número y tipo de pescadores que operan en las caletas de interés, y características de los artes de pesca utilizados por estos pescadores, esto con la finalidad de analizar cambios temporales en el número de pescadores y/o cambios en las estrategias de pesca (i.e. transitar desde la extracción de moluscos y algas, a la extracción de peces).

En síntesis, los indicadores de productividad pesquera que serán levantados en esta etapa son:

- Densidad (ind/m<sup>2</sup>) (SUBPESCA)
- Crecimiento (b) (SUBPESCA)
- Sustrato de Distribución efectiva (m<sup>2</sup>) (SUBPESCA)
- Biomasa (Kg) (SUBPESCA)
- Desembarque (Kg) (SERNAPESCA)
- Número de pescadores por categoría (SERNAPESCA)

## 2.3. SELECCIÓN DE RÍOS

Los ríos seleccionados, son aquellos ubicados en el área de influencia de zonas estuarinas y costeras donde se desarrolla actividad pesquera de choro, chorito y pelillo. Para estos ríos, se contempla el análisis de la serie de tiempo hidrológica de la (o las) estaciones más costeras, información disponible a través de la plataforma CAMELS (Alvarez-Garreton et al., 2018) e información complementaria proveniente de la red de estaciones fluviométricas de la DGA (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/>).

Complementariamente, los ríos serán caracterizados de acuerdo a las alteraciones antrópicas que presenten, para lo cual se considerará información referente a presencia de embalses, centrales hidroeléctricas, actividad agro-forestal y derechos de agua otorgados. Esta

---

<sup>3</sup> Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Es un régimen de acceso que asigna derechos de explotación exclusiva a organizaciones de pescadores artesanales, mediante un plan de manejo y explotación basado en la conservación de los recursos bentónicos presentes en sectores geográficos previamente delimitados ([www.subpesca.cl](http://www.subpesca.cl)).

información será obtenida desde los sitios web oficiales, considerando al menos los siguientes criterios:

- Presencia embalses total (N°) (DOH)
- Presencia de mega-embalses (Fechas) (DOH)
- Cobertura agro-forestal de la cuenca (%) (MINAGRI-CONAF)
- Razón caudal medio / caudal ecológico (CAMELS-DGA)
- Caudal superficial otorgado como derecho consuntivo y no consuntivo (m<sup>3</sup>) (Derechos agua) (DGA)

## **2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Las series de datos medidos en estaciones fluviométricas cercanas a la costa se analizarán con la finalidad de detectar medidas de tendencia central de los caudales, análisis de serie de tiempo, dependencia serial, variación estacional y variación cíclica de los datos. Los análisis estadísticos estarán basados en el análisis de los 5 componentes que describen el régimen hidrológico de un río, de acuerdo a Poff et al. (1997). Paralelamente, se ejecutará un test de Mann-Kendall (Kendall, 1975; Mann, 1945) para evaluar la tendencia en series de datos ambientales, y que implica una comparación entre los valores que componen una misma serie temporal, en orden secuencial (Silva, 2017).

Para identificar relaciones entre los datos hidrológicos y los datos provenientes de las pesquerías analizadas, se evaluará en primera instancia, la existencia de multicolinealidad (relación lineal entre parámetros) mediante gráficos de matrices (matrix-plot), con la finalidad de detectar pares de variables con altos grados de correlación. Posteriormente, se propone el uso de Modelos Lineales Generalizados (MLG) para buscar relaciones entre las variables y factores (i.e. año, río seleccionado), y análisis multivariados de ordenación que permitirán sintetizar en componentes multivariadas ortogonales o independientes entre sí, la totalidad de variables seleccionadas.

Finalmente, para analizar la existencia de relaciones causales entre los regímenes de los ríos y la productividad pesquera, se usarán Redes Bayesianas, que son modelos gráficos probabilísticos que permiten calcular la probabilidad condicional de un suceso dadas las pruebas y donde las relaciones causales (enlaces) entre las variables (nodos) se muestran como flechas y los nodos muestran la probabilidad. La naturaleza gráfica de estos modelos transmite información compleja de forma intuitiva y fácilmente interpretable por partes interesadas sin conocimientos técnicos (Parsons et al., 2021). Las redes bayesianas son ideales cuando se trata de un sistema complejo con muchas relaciones causales.

## **2.5 RESULTADOS ESPERADOS**

Con la presente propuesta, se espera evaluar si los componentes de regímenes hidrológicos como frecuencia, duración, tasa de cambio y timing son mejores predictores de productividad pesquera que la magnitud de los caudales y si una mayor actividad antrópica afecta a los indicadores de productividad pesquera, con las consecuentes repercusiones que pueden tener estos cambios en las estrategias productivas de las comunidades locales. Se espera con este

estudio, generar antecedentes que permitan anticiparse a potenciales efectos perjudiciales futuros en pesquerías de pequeña escala, producto de las actividades antrópicas que se desarrollan dentro de la cuenca (aguas arriba), los cuales podrían ser oportunamente amortiguados con una gestión adecuada. Cabe destacar que, la actividad pesquera artesanal o de pequeña escala, va a más allá de una actividad comercial, y las comunidades costeras dependen del océano para su sustento, subsistencia, bienestar y continuidad cultural (Bennett, 2019).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero para estudios de doctorado del Sr. Carlos Leal, por parte de ANID/ BECAS DOCTORADO NACIONAL/ 21231150.

## REFERENCIAS

- Abelson, P. H. (1985). Electric power from the north. *Science*, 228(4707), 1487. <https://doi.org/10.1126/science.228.4707.1487>
- Alvarez-Garretón, C., Mendoza, P. A., Boisier, J. P., Addor, N., Galleguillos, M., Zambrano-Bigiarini, M., Lara, A., Puelma, C., Cortes, G., Garreaud, R., McPhee, J., & Ayala, A. (2018). The CAMELS-CL dataset: catchment attributes and meteorology for large sample studies – Chile dataset. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), 5817-5846. <https://doi.org/10.5194/hess-22-5817-2018>
- Avendano, M., & Cantillanez, M. (2011). Reestablecimiento de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae) en el norte de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(2), 390-396. <https://doi.org/10.3856/vol39-issue2-fulltext-20>
- Bennett, N. J. (2019). Marine Social Science for the Peopled Seas. *Coastal Management*, 47(2), 244-252. <https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1564958>
- Broadley, A., Stewart-Koster, B., Burford, M. A., & Brown, C. J. (2022). A global review of the critical link between river flows and productivity in marine fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 32(3), 805-825. <https://doi.org/10.1007/s11160-022-09711-0>
- Contreras, J., & Godoy, M. C. (2021). *Procedimientos y buenas prácticas para la captación de semillas de chorito (Mytilus chilensis) en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos* (O. D. L. N. U. P. L. A. Y. L. A. M. D. M. A. Y. S. D. P. Y. ACUICULTURA, Ed.)
- Correll, D. L. (1981). Nutrient mass balances for the watershed, headwaters intertidal zone, and basin of the Rhode River Estuary1. *Limnology and Oceanography*, 26(6), 1142-1149. <https://doi.org/10.4319/lo.1981.26.6.1142>
- Drinkwater, K. F., & Frank, K. T. (1994). Effects of river regulation and diversion on marine fish and invertebrates. *AQUATIC CONSERVATION: FRESHWATER AND MARINE ECOSYSTEMS*, , 4.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Gillanders, B., & Kingsford, M. (2002). Impact of Changes in Flow of Freshwater on Estuarine and Open Coastal Habitats and the Associated Organisms. In

- Oceanography and Marine Biology, An Annual Review, Volume 40* (pp. 233-309).  
<https://doi.org/10.1201/9780203180594.ch5>
- Hayes, D. S., Brandle, J. M., Seliger, C., Zeiringer, B., Ferreira, T., & Schmutz, S. (2018). Advancing towards functional environmental flows for temperate floodplain rivers [Article]. *Science of the Total Environment*, 633, 1089-1104.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.221>
- IFOP. (2007). Avances en el mejoramiento productivo del cultivo de “pelillo”. In I. d. F. Pesquero (Ed.), *Proyecto FDI-CORFO*.
- Izett, J. G., & Fennel, K. (2018). Estimating the Cross-Shelf Export of Riverine Materials: Part 1. General Relationships From an Idealized Numerical Model. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(2), 160-175. <https://doi.org/10.1002/2017gb005667>
- Kittinger, J. N. (2013). Human Dimensions of Small-Scale and Traditional Fisheries in the Asia-Pacific Region. *Pacific Science*, 67(3), 315-325. <https://doi.org/10.2984/67.3.1>
- Montes, R. M., & Quiñones, R. A. (1999). Efecto de la pluviosidad y del caudal de los ríos Bío-Bío e Itata sobre los desembarques de las almejas *Protothaca thaca* y *Venus antiqua* en la zona centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 13-30.
- Osemene, P., McKellar, H., & Williams, H. (1984). Total Phosphorus, Total Nitrogen and Total Organic Carbon Distributions in a Southeastern Coastal Plain River.
- Pacheco, E., & Olave, S. (2000). Innovaciones en la tecnología de cultivo de chorito (*Mytilus chilensis*), tendientes a mejorar la calidad y rentabilidad de la actividad mitilícola en la X región. In D. d. A. I. d. F. Pesquero. (Ed.), *Curso Cultivo de choritos en la zona sur de Chile*.
- Parsons, D. M., Hartill, B. W., Broekhuizen, N., McKenzie, J. R., Stephenson, F., Petersen, G. L., & Lundquist, C. J. (2021). Integrating multi-disciplinary data sources relating to inshore fisheries management via a Bayesian network. *Ocean & Coastal Management*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105636>
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., Sparks, R. E., & Stromberg, J. C. (1997). Natural flow regime. *BioScience*, 47.
- Poff, N. L., Allan, J. D., Palmer, M. A., Hart, D. D., Richter, B. D., Arthington, A. H., Rogers, K. H., Meyer, J. L., & Stanford, J. A. (2003). River flows and water wars: emerging science for environmental decision making. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(6), 298-306. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2003\)001\[0298:Rfawwe\]2.0.Co;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0298:Rfawwe]2.0.Co;2)
- Potter, I. C., Tweedley, J. R., Elliott, M., & Whitfield, A. K. (2015). The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, 16(2), 230-239. <https://doi.org/10.1111/faf.12050>
- Quiñones, R. A., & Montes, R. M. (2001). Relationship between freshwater input to the coastal zone and the historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile. *Fish. Oceanogr.*, 10:4, 311±328. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2001.00177.x>
- Saeck, E. A., Hadwen, W. L., Rissik, D., O'Brien, K. R., & Burford, M. A. (2013). Flow events drive patterns of phytoplankton distribution along a river–estuary–bay continuum. *Marine and Freshwater Research*, 64(7). <https://doi.org/10.1071/mf12227>

- Soto-Mendoza, S., Castro, L., & A., L.-R. (2010). Variabilidad espacial y temporal de huevos y larvas de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens*, asociados a la desembocadura del río Itata, Chile.
- Sutcliffe, H. (1972). Some Relations of Land Drainage, Nutrients, Particulate Material, and Fish Catch in Two Eastern Canadian Bays. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 29, 357-362.
- Sutcliffe, W. H. (1973). Correlations between Seasonal River Discharge and Local Landings of American Lobster (*Homarus americanus*) and Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in the Gulf of St. Lawrence. *JOURNAL FISHERIES RESEARCH BOARD OF CANADA*, 30.
- Syvitski, J., Vörösmarty, C., Kettner, A., & P., G. (2005). Impact of Humans on the Flux of Terrestrial Sediment to the Global Coastal Ocean. *Science*, 308, 376-380.
- Trenberth, K. E., Smith, L., Qian, T., Dai, A., & Fasullo, J. (2007). Estimates of the Global Water Budget and Its Annual Cycle Using Observational and Model Data. *Journal of Hydrometeorology*, 8(4), 758-769. <https://doi.org/10.1175/jhm600.1>
- Zakharova, E. A., Kouraev, A. V., Cazenave, A., & Seyler, F. (2006). Amazon River discharge estimated from TOPEX/Poseidon altimetry [Article]. *Comptes Rendus Geoscience*, 338(3), 188-196. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.10.003>
- Zunguza, A., R, M., L, C., & R, Q. o. (2020). River Runoff as a Major Driver of Anchovy (*Engraulis ringens*) Recruitment but Not of Common Sardine (*Strangomera bentincki*) in Central-South Chile. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.800759>