

# LIBRO DE RESÚMENES

*XV Congreso de la Sociedad Chilena de Limnología*

20 – 22 DE OCTUBRE DE 2021, TEMUCO, CHILE



*XV Congreso de la Sociedad Chilena de Limnología*  
20 – 22 DE OCTUBRE DE 2021, TEMUCO, CHILE

---

**LIBRO DE RESÚMENES**

**Instituciones Organizadoras**

**Universidad Católica de Temuco**

Facultad de Recursos Naturales  
Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas  
Departamento de Ciencias Ambientales  
Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos

**Sociedad Chilena de Limnología**

**Comisión Organizadora**

**Coordinadora general**

Gladys Lara Cárdenas

**Comité Científico**

Rolando Vega Aguayo  
Enrique Hauenstein Barra  
Paulo Dumont Valdeavellano

**Directores**

María Fernanda Aguayo  
Ángel Contreras Gallardo  
Mirtha Latsague Vidal  
Pedro Jara Seguel  
Francisco Encina Montoya  
Carlos Jara Senn



Laguna Los Quetros, Ruta Los Jesuitas, Región de Los Lagos.  
Autor: Paulo Dumont

---

# ORGANIZAN:



---

## AUSPICIAN:



## PATROCINAN:



# INDICE

| <b>INDICE</b>  |    | <b>Página</b> |
|--|----|---------------|
| <b>PROGRAMA</b>  |    | <b>1</b>      |
| <b>CONFERENCIA INAUGURAL</b>   |    |               |
| EUTROFIZACIÓN Y FLORACIONES ALGALES EN LAGOS Y LAGUNAS DE CHILE: NECESIDAD DE ENFOQUES INTERDISCIPLINARIOS E INTER-INSTITUCIONALES PARA SU GESTIÓN.<br><b>OSCAR PARRA</b>      | 9  |               |
| <b>CONFERENCIAS</b>  |    |               |
| LA GLOBALIZACIÓN REQUIERE ECOLOGÍA GLOBAL – EL USO DE REDES DE INVESTIGACIÓN PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE.<br><b>LUZ BOYERO</b>                                | 14 |               |
| MODELOS DE DISTRIBUCION DE HABITAT EN LA EVALUACIÓN DEL ÉXITO E IMPACTOS DE ESPECIES INTRODUCIDAS EN RIOS<br><b>IVAN ARISMENDI</b>   | 16 |               |
| LAND USE, CLIMATE CHANGE AND THE FUTURE OF OUR LAKES – LESSONS LEARNED AT LAKE TAHOE, USA<br><b>S. GEOFFREY SCHLADOW</b>   | 18 |               |
| <b>MINI-CONFERENCIAS</b>   |    |               |
| CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS. ORIGEN, DESTINO Y EFECTOS<br><b>FRANCISCO CORREA-ARANEDA</b>  | 22 |               |
| SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO: CUENCA DEL RÍO BIOBÍO<br><b>MARÍA ELISA DÍAZ, RICARDO FIGUEROA, M. ROSARIO VIDAL-ABARCA &amp; M. LUISA SUÁREZ ALONSO</b> | 23 |               |
| GESTION DE LA DGA EN LA CARACTERIZACIÓN DE NITRATOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU IMPORTANCIA EN LA EUTROFIZACIÓN DE LAGOS<br><b>DANIELA FREDES</b>                               | 24 |               |
| <b>SIMPOSIO: “EUTROFIZACIÓN EN CUENCAS DE USO MÚLTIPLE: EL CASO DE LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA”.</b>   |    |               |
| ESTADO TRÓFICO DEL LAGO VILLARRICA<br><b>STEFAN WOELFL</b>   | 26 |               |

|  |           |
|--|-----------|
| ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ACCIÓN PARA GESTIÓN DE EPISODIOS DE BLOOM ALGALES EN EL LAGO VILLARRICA.<br><b>JORGE NIMPTSCH, JORGE JARAMILLO, STEFAN WOELFL</b> | <b>27</b> |
| ACUICULTURA, CAMBIO CLIMÁTICO Y PAISAJE<br><b>JORGE LEÓN</b>   | <b>28</b> |
| AVANCES Y DESAFIOS DE LA INDUSTRIA DEL SALMÓN EN CHILE: UNA PERSPECTIVA EN LA FASE DE AGUA DULCE<br><b>FELIPE TUCCA</b>  | <b>30</b> |
| PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL LAGO VILLARRICA<br><b>PABLO ANDRÉS ETCHARREN</b>  | <b>31</b> |
| <b>RESÚMENES DE PRESENTACIONES</b>   | <b>32</b> |
| <b>RESÚMENES DE PRESENTACIONES (EX PANELES)</b>  | <b>62</b> |
| <b>CEREMONIA DE CLAUSURA</b>   |           |
| RECONOCIMIENTO AL ING. WLADIMIR STEFFEN RIEDEMANN.   | <b>95</b> |
| <b>INDICE DE AUTORES</b>   | <b>97</b> |

# PROGRAMA



**PROGRAMA**  
**XV CONGRESO DE LA SOCIEDAD CHILENA DE LIMNOLOGÍA**  
**20-22 de octubre 2021**

**Enlace de reunión con inscripción:**

<https://us06web.zoom.us/join/83gyyAM2>

**MIÉRCOLES 20**

| <b>SALA LAGOS ARAUCANOS</b> |   |
|-----------------------------|---|
| <b>8:30 – 9:10</b>          | <b>Ceremonia Inaugural</b><br><br>Palabras de bienvenida: <b>Dr. Iván Valdebenito Isler</b> . Decano Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco.<br><br>Discurso Inaugural: <b>Dr. Jorge Nimptsch Maass</b> . Presidente Sociedad Chilena de Limnología.<br>Lanzamiento del Boletín Limnológico de la Sociedad Chilena de Limnología (BLIM). Luciano Caputo. |
| <b>9:15 – 10:00</b>         | <b>Conferencia Inaugural</b><br><br>EUTROFIZACIÓN Y FLORACIONES EN LAGOS Y LAGUNAS DE CHILE: NECESIDAD DE ENFOQUES INTERDISCIPLINARIOS E INTER-INSTITUCIONALES PARA SU SEGUIMIENTO Y CONTROL. <b>Dr. Oscar Parra</b> . Centro EULA, Universidad de Concepción, Chile.   |
| <b>10:15 – 13:30</b>        | <b>SIMPOSIO</b><br><br>Eutrofización en cuencas de uso múltiple: El caso de la cuenca del Lago Villarrica. <b>Moderador: Dr. Rolando Vega</b> .   |
| <b>10:15 – 10:30</b>        | <b>Palabras preliminares: Dr. Francisco Encina</b>  |
| <b>10:35 – 10:50</b>        | ESTADO TRÓFICO DEL LAGO VILLARRICA. <b>Dr. Stefan Woelfl</b> . Universidad Austral de Chile.  |
| <b>10:55 11:10</b>          | ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ACCIÓN PARA GESTIÓN DE EPISODIOS DE BLOOM ALGALES EN EL LAGO VILLARRICA. <b>Dr. Jorge Nimptsch</b> , Universidad Austral de Chile.   |
| <b>11:15 – 11:30</b>        | ACUICULTURA, CAMBIO CLIMÁTICO Y PAISAJE. <b>Dr. Jorge León</b> . Universidad Católica de la Santísima Concepción.   |
| <b>11:30 – 11:40</b>        | <b>Receso</b>   |
| <b>11:40 – 11:55</b>        | AVANCES Y DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA DEL SALMON EN CHILE: UNA PERSPECTIVA EN LA FASE DE AGUA DULCE. <b>Dr. Felipe Tucca</b> . Instituto Tecnológico del Salmón. Chile.  |
| <b>12:00 – 12:15</b>        | PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL LAGO VILLARRICA. <b>MSc. Pablo Etcharren</b> . Ministerio de Medio Ambiente.   |
| <b>12:20 – 13:30</b>        | <b>Mesa de diálogo – Cierre Simposio.</b>   |

| <b>MIÉRCOLES 20</b>           |  |
|-------------------------------|--|
| <b>SALA LAGO VILLARRICA</b>   |  |
| <b>Mini- Conferencia I</b>    |  |
| Moderador: Dr. Luciano Caputo |  |
| <b>10:15 – 10:45</b>          | CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS. ORIGEN, DESTINO Y EFECTOS. <b>Dr. Francisco Correa-Araneda</b> . Universidad Autónoma de Chile.   |
|                               | <b>Presentaciones (ex paneles)</b><br>Moderador: Dr. Luciano Caputo  |
| <b>10:50 – 11:00</b>          | DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DE FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS PLANCTÓNICAS EN EL CENTRO-SUR DE CHILE. <b>Viviana Almanza</b> , Pablo Pedreros, Tamara Lara, Denise Álvarez, Paulina Lobos, Oscar Parra, Marysol Azocar-Gutiérrez & Roberto Urrutia. Universidad de Concepción.  |
| <b>11:05 – 11:15</b>          | CAMBIOS EN EL ESTADO TRÓFICO DEL LAGO LANALHUE DURANTE EL ÚLTIMO SIGLO EVIDENCIADO A TRAVÉS DEL REGISTRO SEDIMENTARIO. <b>Denisse Álvarez</b> , M. Tamara Lara, Viviana Almanza, Pablo Pedreros, Fernando Torrejón, Nathalie Fagel & Roberto Urrutia. Universidad de Concepción.   |
| <b>11:20 – 11:30</b>          | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MAULE A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DIATOMOLÓGICAS (BACILLARIOPHYTA), PARA EVIDENCIAR LOS EFECTOS GENERADOS POR LA OCURRENCIA DE UN INCENDIO DE GRAN MAGNITUD EN SU CUENCA. Fabiola Cruces, <b>Cristian Contreras</b> , Alberto Araneda, Mauricio Aguayo, Patricio Rivera & Enrique Ascencio. Universidad de Concepción. |
| <b>11:35 – 11:45</b>          | COMPARACIÓN DE LA FLORA MICROBIANA DE DOS LAGOS NORDPATAGONICOS CON DISTINTOS ESTADOS TRÓFICOS. <b>Ángel Contreras</b> & Patricio De los Ríos. Universidad Católica de Temuco.   |
| <b>11:45 – 11:55</b>          | <b>Receso</b>  |
|                               | <b>Presentaciones (ex paneles)</b><br>Moderador: Dr. Francisco Correa-Araneda  |
| <b>11:55 – 12:05</b>          | ACTUALIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE <i>Brachygalaxias bullocki</i> (REGAN) EN EL CENTRO SUR DE CHILE. <b>César Cuevas</b> , Katerina González & Dylan Rubio. Universidad Católica de Temuco.  |
| <b>12:10 – 12:25</b>          | CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO LARVAL EN <i>Diplodon chilensis</i> (Gray 1828). <b>Carmen Fuentealba</b> , Víctor Faúndez & Daniela González. Universidad de Las Américas.   |
| <b>12:30 – 12:40</b>          | BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y DIMORFISMO SEXUAL DE <i>Brachygalaxias bullocki</i> (TELEOSTEI: GALAXIIDAE), DILUCIDANDO LAS RELACIONES SISTEMÁTICAS DEL GRUPO DE PEQUEÑOS PECES GALAXIDOS. <b>Katerina González</b> , Iván Valdebenito, Cesar Cuevas. Universidad Católica de Temuco.   |

|               |   |
|---------------|---|
| 12:45 – 12:55 | RELACIÓN LONGITUD-PESO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE DOS MICROCUENCAS CONTRASTANTES DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS, CHILE. <b>Jorge Machuca Sepúlveda</b> , Javiera García & Jorge Nimptsch. Universidad Austral de Chile.  |
| 13:00 – 13:10 | CONTROL DE LA ESPECIE EXÓTICA <i>Pomacea canaliculata</i> (MOLLUSCA: GASTEROPODA: AMPULARIDAE) EN LAGUNA CONCHALÍ – REGIÓN DE COQUIMBO, ENTRE MARZO 2013 - NOVIEMBRE 2014, DIA. <b>Sergio Letelier</b> , Pedro Báez, Andrea Rebolledo & Alejandra Fabres. Universidad de Chile. |

**JUEVES 21**

| <b>SALA LAGOS ARAUCANOS</b><br><b>Conferencia II</b><br>Moderador: Dr. Paulo Dumont |  |
|---|--|
| 8:30 – 9:10   | LA GLOBALIZACIÓN REQUIERE ECOLOGÍA GLOBAL – EL USO DE REDES DE INVESTIGACIÓN PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE (conferencia virtual) <b>Dra. Luz Boyero</b> . Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, España.                         |
| <b>Presentaciones</b><br>Moderador: Dr. Paulo Dumont                                |  |
| 9:30 – 9:45   | PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO BIOBÍO Y SU APOORTE AL DESARROLLO DE LA NORMA SECUNDARIA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE SUS AGUAS. <b>Ricardo Figueroa</b> , Oscar Parra & María Elisa Díaz. Centro EULA, Universidad de Concepción.                        |
| 9:50 – 10:05  | INDICADORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE ESTADO TRÓFICO Y LA SALUD DE LOS ECOSISTEMAS DE HUMEDALES DE CHILE: ¿QUÉ NOS ESTAMOS PERDIENDO? <b>Alejandro Palma</b> . Instituto de Filosofía y Ciencias de la Complejidad.  |
| 10:10 – 10:25   | PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRADA PARA LA LAGUNA RAYENANTÚ, SANTA JUANA, CHILE. <b>Fanny Araya</b> , M. Elisa Díaz & Ricardo Figueroa. Universidad de Concepción.  |
| 10:30 – 11:00   | <b>Mini -Conferencia II</b><br>SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO: CUENCA DEL RÍO BIOBÍO. <b>Dra. María Elisa Díaz</b> , Ricardo Figueroa, M. Rosario Vidal-Abarca & María Luisa Suárez. Universidad Católica de Temuco - Universidad de Concepción. |
| 11:00 – 11:10   | <b>Receso</b>  |

| <b>Presentaciones</b>          |  |
|--------------------------------|--|
| Moderador: Dr. Alejandro Palma |  |
| <b>11:10 – 11:25</b>           | RED DE MONITOREO DE HUMEDALES COSTEROS: TENDENCIAS E INTEGRACIÓN CON POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD. <b>Hernán Latuz</b> , Alejandro Palma & Amerindia Jaramillo. Ministerio del Medio Ambiente.   |
| <b>11:30 – 11:45</b>           | RELACIÓN ENTRE PROPIEDADES ÓPTICAS, CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA, PROTOZOOS MIXOTRÓFICOS, BACTERIAS Y ZOOPLANCTON EN LAGOS CABURGUA Y VILLARRICA. <b>Patricio De los Ríos</b> , Ángel Contreras, Gladys Lara, Mirtha Latsague & Carlos Esse. Universidad Católica de Temuco.   |
| <b>11:50 – 12:05</b>           | FLORACIÓN INUSUAL DE <i>Microcystis aeruginosa</i> EN UN LAGO OLIGOTRÓFICO DEL SUR DE CHILE, EVENTO ASOCIADO A VARIABILIDAD DE NUTRIENTES Y VARIABLES METEOROLÓGICAS. <b>Norka Fuentes</b> , Catalina Ríos-Henríquez & Patricio Díaz. Universidad de los Lagos.  |
| <b>12:10 – 12:25</b>           | CICLO DE VIDA <i>Didymosphenia geminata</i> EN DOS RÍOS DE CHILE. <b>Katerina González</b> , David Figueroa, Gladys Lara, Cesar Hodges, María Fernanda Aguayo & Carlos Aguayo. Universidad Católica de Temuco.   |
| <b>12:30 – 12:45</b>           | PROCESO DE INVASIÓN DE <i>Craspedacusta sowerbii</i> EN LOS LAGOS DE CHILE: DIVERSIDAD GENÉTICA Y PLASTICIDAD FENOTÍPICA DE LAS POBLACIONES DE MEDUSAS. <b>Luciano Caputo</b> , Leyla Cárdenas, Romina Fuentes, Fernanda Cancino & Luis Castañeda. Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile.   |
| <b>12:50 – 13:05</b>           | RESPUESTA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA HIDROLÓGICO LAGO VICHUQUÉN, LAGUNA TORCA Y ESTEROLLO ANTE TENSORES NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS. <b>Alexander Galán</b> , Sergio Figueroa, Luis Bustos, Pablo González, Marcelo Pavez, Samuel Peña, Patricio Torres-Ramírez, Mauricio Troncoso. Centro de Investigación en Estudios Avanzados del Maule (CEIAM) – UCM. Centro Regional de Estudios Ambientales – CREA, UCSC. |
| <b>13:10 – 13:50</b>           | <b>Conferencia III</b><br>MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE HÁBITAT EN LA EVALUACIÓN DEL ÉXITO E IMPACTOS DE ESPECIES INTRODUCIDAS EN RÍOS. <b>Dr. Iván Arismendi</b> . Universidad del Estado de Oregón. USA.  |
| <b>SALA LAGOS ARAUCANOS</b>    |  |
| <b>15:00 – 18:00</b>           | Asamblea de Socios (enlace Zoom)   |

| <b>JUEVES 21</b>   |  |
|--|--|
| <b>SALA LAGO VILLARRICA</b>  |  |
| <b>Presentaciones (ex paneles)</b><br>Moderador: Dra. Nicole Colin |  |
| <b>9:30 – 9:40</b>   | MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE ATRIBUTOS ECOSISTÉMICOS: ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE GRUPOS FUNCIONALES EN EL ALTIPLANO. <b>Francisco Llanquín-Rosas</b> , Claudio Quezada-Romegialli & Irma Vila. Universidad de Chile.                 |
| <b>9:45 – 9:55</b>   | EVALUACIÓN DE LA GENOTOXICIDAD DE ELUTRIADOS DE SEDIMENTOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA, EN LA REGIÓN DE VALPARAISO, CHILE CENTRAL. Alejandra Dieterich G & <b>Hernán Gaete</b> . Universidad de Valparaíso.                                       |
| <b>10:00 -10:10</b>  | APORTE DE METALES PESADOS PROVENIENTES DE RELAVES MINEROS ABANDONADOS AL LAGO GENERAL CARRERA. <b>Magdalena Márquez</b> & Ximena Valenzuela. Universidad Austral de Chile  |
| <b>10:15 – 10:25</b>   | VARIACIÓN ESTACIONAL DE DOS LAGUNAS PERIURBANAS DE SAN MARTÍN DE LOS ANDES, ARGENTINA. <b>Mónica Pose</b> , Mirna Ferrada & Claudio Rucci. I.S.F.D. N°3, San Martín de los Andes, Neuquen, Argentina.  |
| <b>10:30 – 10:40</b>   | DIVERSIDADES ALFA Y BETA DE MICROALGAS EN DOS RÍOS COSTEROS DE ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS LAFKEN MAPU LAHUAL, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE. <b>Catalina Ríos-Henríquez</b> & Norka Fuentes. Universidad de Los Lagos, Osorno. |
| <b>10:45 – 10:55</b>   | DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE EFLUENTES DE PISCICULTURAS EN TIERRA. <b>Kevin Ryan</b> , Stefan Woelfl & Jorge Nimptsch. Universidad Austral de Chile.   |
| <b>11:00 – 11:10</b>   | FORMANDO CENTINELAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL LAGO VILLARRICA. Alumnos colegio Carlos Holzapfel, Majorie Vidal, <b>Stefan Woelfl</b> , Ana Lorca, Jorge Nimptsch, Luciano Caputo & Pablo Fierro. Universidad Austral de Chile.                    |
| <b>11:15 – 11:25</b>   | VIGILANTES DEL LAGO. <b>Víctor Durán</b> , Macarena Barrera. Fundación Red de Nuevas Ideas.  |

| <b>VIERNES 22</b>           |   |
|-----------------------------|---|
| <b>SALA LAGOS ARAUCANOS</b> |   |
| <b>Presentaciones</b>       |   |
| Moderador: Dr. Hernán Gaete |   |
| <b>8:35 – 8:50</b>          | INTEGRACIÓN DE DIFERENTES NIVELES BIOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES. <b>Nicole Colin</b> , Konrad Górski, Aliro Manosalva, Francis Lara, Ángel Urzúa & Evelyn Habit. Universidad Austral de Chile.   |
| <b>8:55 – 9:10</b>          | EFFECTOS LETALES Y SUB-LETALES DEL LIXIVIADO DE <i>Eucalyptus globulus</i> , CENIZAS Y SU COMBINACIÓN SOBRE <i>Daphnia magna</i> . <b>Sergio Beltrán-Fernández</b> , Francisco Correa-Araneda, Víctor Hernández, Ricardo Figueroa & Mauricio Urbina. Universidad de Concepción. |
| <b>9:15 – 9:30</b>          | NIVELES DE EUTROFICACIÓN EN OCHO LAGOS DEL SUR DE CHILE CON ACTIVIDAD ACUICOLA ENTRE 2014 Y 2017. <b>Rodrigo Vera</b> , Claudia Pérez, Nicole Pesse, Carolina Oyarzo & Lilian Díaz. Instituto de Fomento Pesquero.  |
| <b>9:35 – 9:50</b>          | EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS DE USO VETERINARIO Y DESINFECTANTES USADOS EN LA SALMONICULTURA EN LA FASE DE AGUA DULCE. <b>Francisco Encina</b> , Rolando Vega, Claudia Alvarado & Felipe Tucca. Universidad Católica de Temuco.                        |
| <b>9:55 – 10:10</b>         | PERTURBACIONES HUMANAS SOBRE ALGAS BENTÓNICAS, MACROINVERTEBRADOS Y PECES EN EL MEDITERRANEO CHILENO. <b>Pablo Fierro</b> , Claudio Valdovinos, Iván Arismendi, Gustavo Díaz, Alfonso Jara-Flores, Evelyn Habit & Luis Vargas-Chacoff. Universidad Austral de Chile.            |
| <b>10:15 – 10:30</b>        | RELACIONES ENTRE VARIABLES AMBIENTALES Y MACROINVERTEBRADOS EN UN GRADIENTE DE PERTURBACIÓN DE HÁBITAT EN LA CUENCA DEL RÍO HUASCO. <b>Claudio Castillo-Toro</b> & Irma Vila. Universidad de Chile.   |
| <b>10:35 – 10:50</b>        | PATRONES DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN <i>Galaxias platei</i> (PISCES, GALAXIIDAE). <b>Iván Valdebenito</b> , Cristian Moreno, Matías Valdebenito & Elías Figueroa. Universidad Católica de Temuco.   |
| <b>10:50 – 11:00</b>        | <b>Receso</b>   |
|                             | <b>Conferencia IV</b>   |
|                             | Moderador: Dr. Ricardo Figueroa   |
| <b>11:00 – 11:40</b>        | LAND USE, CLIMATE CHANGE AND THE FUTURE OF OUR LAKES – LESSONS LEARNED AT LAKE TAHOE, USA <b>Dr. Geoffrey Schladow</b> . Director, Tahoe Environmental Research Center, University of California, USA   |

|                      | <b>Presentaciones</b><br>Moderador: Dr. Ricardo Figueroa  |
|----------------------|---|
| <b>11:45 – 12:00</b> | MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS POR NITRATOS DE FUENTES AGROPECUARIAS: DIRECTIVA 91/676. CASO DEL REINO UNIDO. <b>Paulo Dumont</b> , Universidad Católica de Temuco.   |
| <b>12:05 – 12:20</b> | CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE ESPECIES MACRÓFITAS DEL LAGO BUDI: BASES TECNOLÓGICAS PARA UN ANÁLISIS MULTITEMPORAL EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO. <b>Carlos Esse</b> , Francisco Correa-Araneda, Rodrigo Santander, Pablo Saavedra & Ximena Jaque. Universidad Autónoma de Chile. |
| <b>12:25 – 12:40</b> | COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN HUMEDALES BOSCOSOS DEL SUR DE CHILE. <b>Daniela Núñez</b> , María Elisa Díaz, Francisco Gómez-Capponi, Ricardo Figueroa, Carlos Esse & Francisco Correa-Araneda. Universidad de Chile.                        |
| <b>12:45 – 13:00</b> | EVALUACIÓN DEL DISCO DE SECCHI COMO INDICADOR DEL ESTADO TRÓFICO DE SISTEMAS LÍMNICOS DE LA ZONA CENTRO Y SUR DE CHILE. <b>Gabriel Juri Álvarez</b> . Universidad de Chile.   |
| <b>13:05 – 13:35</b> | <b>Mini - Conferencia III</b><br>DIAGNÓSTICO DGA SOBRE NITRÓGENO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ACUÍFEROS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE. <b>Mg. Daniela Fredes</b> . Dirección General de Aguas, Santiago.  |
| <b>13:40 – 14:30</b> | <b>Ceremonia de Clausura</b><br>Palabras de Cierre<br><br>Reconocimiento:<br>Académico e Ingeniero Sr. Wladimir Steffen Riedemann   |



# CONFERENCIA INAUGURAL

---

**EUTROFIZACION Y FLORACIONES ALGALES EN LAGOS Y LAGUNAS DE CHILE:  
NECESIDAD DE ENFOQUES INTERDISCIPLINARIOS E INTER-INSTITUCIONALES  
PARA SU GESTION**

OSCAR PARRA

Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. E-mail: [oparra@udec.cl](mailto:oparra@udec.cl)

Según la DGA (2016) en Chile existen 101 cuencas hidrográficas, cuyas aguas superficiales y subterráneas están distribuidas en 756.102 Km<sup>2</sup> de territorio. En esta superficie encontramos: 1.251 ríos y 12.784 cuerpos de aguas entre lagos y lagunas. En Chile, se puede distinguir importantes sistemas o distritos de lagos, que se han descrito sobre la base de una buena información científica limnológica, estos son los siguientes: “Lagos Altiplánicos”, “Lagos Hipersalinos”, “Lagos de Chile Central”, “Lagos y lagunas Urbanas y Periurbanas del Gran Concepción”, “Lagos Nahuelbutanos” “Lagos Araucanos o Nord-Patagónicos”, “Lagos de Chiloé”, “Lagos Patagónicos” y “Lagos Magallánicos o de Torres del Paine”.

Los grupos de investigación que han contribuido al conocimiento limnológico y ambiental de la lagos y lagunas de Chile han sido de las siguientes universidades: Universidad Austral de Chile, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Concepción, Universidad Católica de Temuco, Universidad de los Lagos, Universidad de Magallanes, Universidad de Antofagasta, Universidad Arturo Prat, Universidad de Iquique y Universidad de Tarapacá. En la actualidad merecen también ser mencionados algunos organismos públicos como la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, que han desarrollado y están ejecutando programas de estudios e investigaciones propias o mediante consultorías con el objeto de conocer el estado de salud ambiental de estos ecosistemas en relación a determinadas actividades productivas. De los sistemas o distritos de lagos y lagunas indicados, los Lagos Nord-patagónicos o Araucanos son los que han tenido la mayor atención de la comunidad científica, tanto por sus características limnológicas y ambientales como por la diversidad de servicios ecosistémicos que prestan. Sin embargo, algunos de estos lagos considerados ultraoligotróficos a oligotróficos están presentando condiciones de eutrofización y contaminación de sus aguas, generando las condiciones para el desarrollo de microalgas nocivas. De todos los lagos y lagunas mencionadas en la actualidad solo dos lagos cuentan con Norma Secundaria de Calidad del Agua, ellos son el Lago Llanquihue y el Lago Villarrica, dos sistemas fuertemente impactados por actividades humanas, sobre los cuales se ha expresado una gran preocupación de la comunidad, organizaciones comunitarias y ONGs. Entre estas organizaciones destaca la Fundación “Chile Lagos Limpios”, la cual está desarrollando un programa de investigación, de educación ambiental y de participación ciudadana que cuenta con apoyo internacional y nacional.

En general son muy pocos los ambientes acuáticos a lo largo del país que han escapado a esta realidad. Las principales actividades humanas causantes de estos impactos en Chile han sido: la deforestación, la explotación forestal, la construcción de caminos, las descargas de aguas servidas, las descargas industriales, la introducción de especies exóticas, la construcción de embalses para riego y para producción de hidroelectricidad, el desarrollo urbano, las actividades agro-industriales, la recreación y el turismo y la salmonicultura. Cada una de estas actividades han tenido una expresión cuali- y cuantitativa diversa dependiendo de las realidades urbanas y productivas de las regiones del país.

Los lagos araucanos se localizan en la zona de los bosques lluviosos templados, que son los ecosistemas más diversos y sensibles del mundo en un contexto ambiental. Campos et al., (1984), Soto y Campos (1995), Soto y Stockner (1996), Vila et al. (2002,2013), Woelfl et al., (2003), Parra

---

et al., (2005), Dorador et al., (2005), Nimptsch (2008), Montecinos et al., (2011), postulan que algunos parámetros tales como temperatura, transparencia, concentración y relación de nutrientes, estructuras de las cadenas alimentarias, pueden servir como barómetros sensitivos a los cambios inducidos por actividades humanas tanto a escala regional (cuencas hidrográficas) como global (clima). El incremento en la productividad observados en los últimos años en algunos sistemas de lagos del país, están relacionados principalmente con la acción del hombre. Sin embargo, todavía estos lagos, así como los lagos magallánicos, patagónicos y los araucanos nordpatagónicos están con un grado de naturalidad no comparadas con lagos de otras latitudes del planeta con mayor población humana. La caracterización de estos lagos ha enfatizado su estado trófico siendo uno de los principales objetivos de las investigaciones limnológicas ayudar a preservar este estado o al menos aminorarlo al máximo.

La eutrofización es hoy día, una de las principales problemáticas que afectan a los ecosistemas acuáticos continentales, este fenómeno se ha expandido a nivel mundial. De acuerdo a Naciones Unidas a nivel mundial, el número de lagos con floraciones algales perjudiciales aumentará por lo menos un 20% al año 2050. La eutrofización consiste en forzar un sistema acuático desde el exterior, con la incorporación de más nutrientes, y también de materia orgánica, que alteran temporalmente las condiciones de equilibrio, induciendo desviaciones en las características del sistema, en su composición biótica y en su sucesión (Margalef *et al.*, 1976). Estos procesos introducen y generan cambios: físicos, químicos y biológicos en la calidad del agua. La eutrofización artificial o cultural es debida a la acción del hombre y es un proceso que se puede invertir al cesar la causa que lo origina. Los efectos implican: aumento de la biomasa de fitoplancton, crecimiento de especies de algas nocivas, crecimiento de macrófitas acuáticas, disminución de la biomasa de peces y moluscos, aumento de la frecuencia de mortandad de peces, reducción de la diversidad de peces, reducción de la transparencia de las aguas, disminución de oxígeno disuelto y reducción del valor estético del cuerpo de agua.

Las principales fuentes de eutrofización son: Los vertidos urbanos que llevan detergentes y desechos orgánicos, los vertidos ganaderos y agrícolas que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos. Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos, el fósforo incide más en la eutrofización en sistemas acuáticos de agua dulce, mientras que el nitrógeno tiene efectos más acusados en sistemas marinos. En los últimos 20 ó 30 años las concentraciones de estos compuestos en sistemas acuáticos casi se ha duplicado. En el caso del nitrógeno, una elevada proporción, alrededor del 30% llega a través de la contaminación atmosférica. El nitrógeno es más móvil que el fósforo y puede ser lavado a través del suelo o pasar al aire por evaporación del amoníaco o por su desnitrificación. El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo y es arrastrado por la erosión, en suspensión o disueltos por las aguas de escorrentías superficiales.

Para conocer el nivel de eutrofización de un agua determinada, se suele medir el contenido en clorofila "a" presente en la columna de agua, este valor se combina con otros parámetros como el contenido: de fósforo y nitrógeno y el valor de penetración de la luz (Transparencia). De acuerdo con su grado de eutrofización los lagos y embalses se clasifican en: oligotróficos, mesotróficos y eutróficos. La calificación de la calidad del agua como buena o mala está basada en el uso o usos específicos que se pretenden de los recursos, no se requiere el mismo grado de calidad para el abastecimiento de poblaciones que para riego. Por tanto, el establecimiento de medidas de control de la eutrofización está en función de la finalidad a la que se destine el agua. Una vez definido el grado trófico del lago o embalse, y establecido el que se desea en función de dicho uso, hay que seleccionar el programa de control más económico y eficaz de las distintas alternativas. Se caracterizan fundamentalmente por: los altos tiempo de retención hidráulica y la escasa renovación del agua, que lo hacen responder de manera diferente a un vertido con contaminación como lo hace una corriente superficial (un río). Gran capacidad de dilución, considerando los volúmenes que se mezclan. La evolución de los contaminantes queda condicionada fuertemente por el comportamiento físico de la masa de agua. Algunas medidas para evitar la eutrofización son:

---

practicar agricultura ecológica, aplicar correctamente abonos, ajustar los aportes de abonos, evitar la erosión, mantener el suelo con vegetación e impedir los vertidos orgánicos.

Se conoce como floración algal el crecimiento explosivo de una población de microalgas generalmente uniespecífica con un incremento significativo de la biomasa en un corto período de tiempo. Entre las causas que determinan su desarrollo se reconocen: los aportes de nutrientes puntuales y/o difusos al cuerpo de agua (Eutrofización), el aumento de la temperatura ambiente, la estabilidad de la columna de agua y, principalmente, la presencia de especies capaces de desarrollar floraciones. Ocurren principalmente en el periodo de primavera y verano, debido a las condiciones ambientales favorables como mayor temperatura, luminosidad y estratificación de la columna de agua, entre otras. El Calentamiento global es un potente catalizador para la expansión de las floraciones”. Las Cianobacterias crecen mejor a mayores temperaturas (>25°C), y tienen ventajas competitivas sobre otras especies de grupos algales del fitoplancton. En la actualidad su presencia es a nivel global y existen numerosos casos de intoxicaciones por cianotoxinas a nivel mundial, las que generan en la población afecciones gastrointestinales o hepáticas, pulmonares y cutáneas, daños producidos por exposiciones recreacionales y fallos hepáticos severos (Nimptsch et al., (2008).

La información histórica sobre floraciones algales en Chile se ha centrado en gran parte en los ambientes estuarinos y marinos. En cambio, las floraciones algales en ambientes dulce-acuícolas (lagos, lagunas y ríos), es más escasa, especialmente aquellas de naturaleza tóxica. Estas, han sido registradas en cuerpos de agua (lagunas y lagos pequeños) cercanos y dentro de centros urbano, como es el caso de la ciudad de Concepción. Algunos registros en Chile de floraciones de Cyanophyceae/Cyanobacteria corresponden a lo reportado por Parra (1985), Parra et al., (1986), Campos et al., (1999), Vila et al., (2013), Peñaloza et al., (1990), Neumann et al., (2000), Vasquez (2009), Vera (2005), Campos et al., (2007), Delherbe et al., (2010), Dorador et al., (2005, 2008), Nimptsch et al., (2012), Almanza et al., (2016). Los factores que determinan la ocurrencia de floraciones emergen de la eutrofización de los sistemas acuáticos debido al incremento de nutrientes (P y N). Aportes puntuales de aguas residuales domésticas e industriales no tratadas con altos contenidos de N y P. Aportes difusos de aguas provenientes del lavado de suelos de áreas cultivadas y fertilizadas, de campos con alta carga ganadera. Alto tiempo de renovación o permanencia del agua en el cuerpo acuático favoreciendo la dominancia de algunas especies. Incrementos de T°, de la intensidad lumínica, vientos calmados, estabilidad de la columna de agua.

“El Gran Concepción” (Comunas de San Pedro de la Paz y Concepción), es un área urbana privilegiada en Chile, en cuanto a su patrimonio de humedales (sensu Ramsar, 1971). Dispone de una generosa dotación de cuerpos lacustres en su territorio urbano. Destacan las lagunas, Chica y Grande de San Pedro, Redonda, Las Tres Pascualas, Lo Galindo, Lo Méndez y Lo Custodio. Desgraciadamente, este gran patrimonio natural que podría representar un elemento paisajístico urbano y recreacional de relevancia, muestra un estado actual de salud ambiental muy comprometido por un proceso de eutrofización cultural. Para el terremoto del 27 de febrero 2010, las Lagunas del Gran Concepción fueron fuente de abastecimiento de emergencia de aguas para la población. Lo anterior motivó que, con financiamiento del Gobierno Regional, CORFO, Municipalidades y del Programa CONICYT-FONIS, se financiaron 3 proyectos para investigar la salud ambiental de estos cuerpos de agua por el Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile de la Universidad de Concepción. Entre los resultados logrados cabe mencionar: (1) identificación y caracterización taxonómica de las especies formadoras de floraciones algales nocivas (FAN) en las lagunas urbanas del Gran Concepción, (2) actualización del estado de salud ecológica de los cuerpos de aguas urbanos de las comunas de Concepción, San Pedro de la Paz y Coronel, (3) evaluación del riesgo para la salud de la población con potencial contactos con las lagunas y (4) propuestas de estrategias de control y prevención a aplicar a la población. Estas correspondieron a: capacitación a actores involucrados y con responsabilidades en salud pública (ej. Servicios Públicos, Empresas Sanitarias), Programa de Educación Ambiental orientado al sistema Educativo Formal y a la Comunidad, Protocolo para la operación de un sistema de alerta temprana y Propuesta de una norma de calidad del agua (concentración de cianotoxinas).

---

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) producen toxinas que son potentes inhibidores de serina/treonina proteínas fosfatas (PPs) 1 y 2A (PP1 y PP2A), las cuales constituyen un punto muy importante sobre el cual pivotan la mayoría de los mecanismos que intervienen en el mantenimiento y la regeneración celular, con importantes consecuencias a corto y largo plazo para la célula y el organismo. La amenaza de las FAN es diversa y dependen de las características ambientales del cuerpo lacustre, el uso del suelo de la cuenca (porcentaje de urbanización, entorno lacustre, actividades económicas, etc.), los usos del cuerpo de agua (recreación sin o con contacto, abastecimiento de agua), carencia de inspección por organismos públicos competentes, entre otros. Esta temática requiere de un abordaje interdisciplinario e intersectorial, por lo cual es necesario abordarlo con un grupo de investigación que esté conformado por biólogos (ficólogos, limnólogos), psicólogos, médicos y enfermeras (Salud pública), ingenieros (químico, sanitario, civil), pedagogos, sociólogos, etc. Para abordar la intersectorialidad de la problemática es también importante considerar instituciones asociadas como pueden ser Municipalidades, Servicios públicos y Empresas Sanitarias.

En lo que respecta a los desafíos futuros se estableció lo siguiente: (1) mantener información científica actualizada sobre el estado ecológico de estos cuerpos de agua, (2) formular planes de manejo y de ordenamiento territorial de estos sistemas con participación de la ciudadanía, (3) definir usos (ej. natación, navegación, pesca deportiva) de estos cuerpos agua y de su entorno (áreas de recreación, instalaciones deportivas, parque urbano etc.) (4) propiciar el apadrinamiento de estos cuerpos de agua por parte de empresas e instituciones, (5) Definir una mesa técnica con participación del municipio, servicios públicos con competencia y universidades. No es posible estudiar la ocurrencia y efectos de los FAN sólo desde la perspectiva limnológica, sino que es necesario asociarse a investigadores de la ingeniería sanitaria, química, ecotoxicología, salud pública y educación ambiental, constituyendo un grupo multi- e interdisciplinario para enfrentar los desafíos que demanda esta problemática ambiental compleja. El carácter interdisciplinario de esta investigación permitió establecer las condiciones ambientales que gatillan estas floraciones, estudiar su comportamiento, evaluar el riesgo de sus toxinas, sobre la salud de los habitantes del “Gran Concepción”, generar material educativo y por último formular una propuesta de norma a nivel nacional que permita enfrentar esta situación ambiental.

¿Qué acciones ciudadanas son necesarias para enfrentar este desafío? Se indicaron y establecieron las siguientes: apoyar a las autoridades de la comuna en la obtención de los recursos, ayudar a la conservación de estos recursos respetando las ordenanzas municipales, adoptar actitudes proactivas en el cuidado de los bienes comunes, analizar y discutir estos temas en las juntas de vecinos y reuniones de padres y apoderados, solicitar a las autoridades informes anuales sobre el estado de estos cuerpos de aguas, articulación entre actores, escenarios de riesgos futuros, importancia de la organización y participación ciudadana y la comunicación educativa, monitoreo comunitario, programas de capacitación.

Para finalizar, es necesario indicar que todas las acciones indicadas en los párrafos anteriores se verían muy facilitadas, si lográramos para cada lago y laguna de Chile aplicar el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográfica de Lagos o Lagunas, conocido como el ILBB (Integrated Lakes Basin Management) que está siendo promovido internacionalmente por las Naciones Unidas (ONU), a través del Gobierno de Japón.

# CONFERENCIAS

Lago Ranco, Región de Los Ríos.  
Autor: Paulo Dumont

---

**LA GLOBALIZACIÓN REQUIERE ECOLOGÍA GLOBAL – EL USO DE REDES DE INVESTIGACIÓN PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE**

LUZ BOYERO

Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, España.

E-mail: [luz.boyero@ehu.eus](mailto:luz.boyero@ehu.eus)

La mayoría de los problemas ambientales actuales afectan a prácticamente la totalidad del planeta: el cambio climático, la deforestación, la contaminación, la introducción de especies o las enfermedades emergentes, son algunos ejemplos. Parece, por tanto, lógico abordar el estudio de estos fenómenos desde una perspectiva global. No obstante, los estudios científicos en ecología se realizan habitualmente a escala local o regional, en gran parte por motivos logísticos.

En las últimas décadas, sin embargo, se ha producido un aumento gradual en el número de estudios ecológicos realizados a escala global. Este aumento se ha hecho evidente, entre otras cosas, por la aparición de revistas científicas como *Global Change Biology* o *Nature Climate Change*. Tal y como viene siendo habitual en ecología, los pioneros en el cambio hacia una perspectiva global han sido los ecólogos terrestres y marinos, mientras que en ecología de agua dulce estamos apenas empezando. Esto es a pesar de que los ecosistemas acuáticos se encuentran especialmente amenazados y sus pérdidas de biodiversidad son de las más alarmantes.

Existen principalmente dos acercamientos para realizar un estudio ecológico a escala global. El primero es el meta-análisis, que utiliza datos existentes en la literatura para calcular el tamaño de un determinado efecto ('effect size') y así generalizar hipótesis planteadas en anteriores estudios o bien examinar hipótesis nuevas. Se trata de una herramienta estadística enormemente útil, pero que depende en gran medida de la calidad de los estudios originales, y puede verse sesgada por la mayor tasa de publicación de resultados que son significativos frente a los que no lo son.

El segundo acercamiento es realizar estudios empíricos de manera simultánea en múltiples sitios alrededor del mundo. Este método, aunque no adolece de los problemas inherentes al meta-análisis, es complejo, y requiere del trabajo coordinado de múltiples equipos de investigación y alguien que actúe de coordinador. Los pasos a seguir en este tipo de estudios son: (1) la creación de una red de investigadores; (2) la elaboración y distribución de un protocolo de trabajo; (3) la realización del trabajo de campo por parte de todos los equipos siguiendo dicho protocolo; (4) la recolección y análisis de los datos; y (5) la publicación conjunta de los resultados. El coordinador de la red es el responsable de todos los pasos, a excepción del tercero, que es llevado a cabo por todos los miembros de la red.

En los últimos años se han llevado a cabo varios estudios empíricos en ecosistemas fluviales a escala global o continental. Estos incluyen varios estudios llevados a cabo por la red GLoBE (que describiremos más adelante), además de: RivFunction, que examinó el efecto de la eutrofización en el proceso de descomposición de hojarasca en varias localidades europeas; BioCycle, que estudió cómo la pérdida de biodiversidad vegetal afectaba a la descomposición en cinco biomas (boreal, templado, mediterráneo, subtropical y tropical); Celldex, que exploró la variación en la descomposición de tiras de celulosa en 500 ríos y zonas riparias distribuidas por todo el mundo; 1000IRES, que estimó las emisiones de CO<sub>2</sub> en 200 ríos intermitentes de todo el mundo; International Eucalypt Project, que exploró las consecuencias de las plantaciones de eucaliptos en la descomposición en ríos de 7 regiones del mundo; y GLOFUN, que describió la biodiversidad de hifomicetos acuáticos asociados a hojarasca en 19 regiones del mundo.

La red GLoBE nació en el año 2006 (anterior a todos los proyectos detallados anteriormente a excepción de RivFunction), como un intento de esclarecer diferencias entre ríos de latitudes

---

tropicales y templadas, en relación al proceso de descomposición de hojarasca y su fauna asociada (detritívoros fragmentadores). Un primer estudio, realizado en 22 regiones alrededor del mundo, demostró la existencia de gradientes latitudinales opuestos para la descomposición de la hojarasca mediada por microorganismos y por detritívoros: la descomposición microbiana disminuía con la latitud en relación al gradiente térmico, mientras que la descomposición mediada por detritívoros aumentaba con la latitud. Para explicar este último patrón se realizó otra serie de estudios, que evidenciaron que con la latitud aumentaban la abundancia y diversidad de detritívoros (en 130 ríos de 14 regiones) y la calidad de la hojarasca (en 150 especies de plantas de 24 regiones), siendo ambos factores responsables de la variación latitudinal en la descomposición mediada por detritívoros.

GLOBE (del inglés ‘Global Lotic Breakdown Experiments’) fue fundada por Luz Boyero, que fue su única coordinadora durante aproximadamente una década. En la actualidad, la red cuenta con un equipo de coordinación liderado por Boyero y formado por investigadores de la Universidad del País Vasco, la Universidad Autónoma de Chile y la Universidad de Brasilia. El número de equipos colaboradores ha ascendido a aproximadamente 50 en unos 30 países, distribuidos en todos los continentes excepto la Antártida (8 equipos en Norteamérica, 14 en Centro- y Sudamérica, 12 en Europa, 5 en África, 6 en Asia y 7 en Oceanía), y se espera que siga aumentando en próximos proyectos. Actualmente se está desarrollando el proyecto DecoDiv, que explora la relación entre la diversidad filogenética vegetal (utilizada como proxy de la diversidad funcional) y la descomposición de hojarasca. Además, se está ampliando el foco de la red para realizar estudios que no estén únicamente centrados en descomposición y que aborden una mayor variedad de problemas ambientales y respuestas ecológicas.

El estudio de patrones y procesos a escala global es cada vez más necesario, dada la situación actual de nuestro planeta y la relativa urgencia de encontrar soluciones a los problemas ambientales globales. La creación de redes de investigación es una de las mejores opciones disponibles para realizar este tipo de estudios y, en poco tiempo, obtener gran cantidad de datos y sacar conclusiones generales. A pesar del enorme trabajo de coordinación que requieren, se trata de una estrategia que los ecólogos acuáticos deberíamos fomentar.

---

**MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE HÁBITAT EN LA EVALUACIÓN DEL ÉXITO E  
IMPACTOS DE ESPECIES INTRODUCIDAS EN RÍOS**

---

IVÁN ARISMENDI

Universidad del Estado de Oregón. USA. E-mail: [ivan.arismendi@oregonstate.edu](mailto:ivan.arismendi@oregonstate.edu)

Los modelos geoespaciales se han utilizado ampliamente en las ciencias ecológicas para describir distribuciones de especies en ambientes terrestres y acuáticos a lo largo del mundo. El rápido desarrollo tecnológico en las últimas décadas ha permitido que dichos modelos se hayan expandido incluyendo relaciones cada vez más complejas entre especies y su medio ambiente. Sensores remotos de alta resolución junto a computadores capaces de procesar grandes volúmenes de datos han permitido desarrollar herramientas estadísticas geoespaciales para el manejo y predicción especies y sus hábitats. Al mismo tiempo, los avances en biología molecular incluyendo técnicas para detectar ADN ambiental nos han abierto puertas para la investigación y desarrollo de múltiples herramientas para el control, manejo y estudio de especies exóticas e invasoras. En esta conferencia se mostrarán varios ejemplos del uso de modelos geoespaciales probabilísticos de hábitat enfocados en predecir el riesgo de establecimiento y expansión de especies introducidas en sistemas acuáticos continentales.

El primer estudio de caso abordará la introducción de salmones del pacífico (*Oncorhynchus spp.*) en el sur de Chile, incluyendo el salmón coho, salmón Chinook y salmón del Atlántico. Dichas especies se han introducido bajo distintos regímenes de propágulos incluyendo algunos esfuerzos intensivos de “*ranching*” en la década de los 70’s, así como también continuos escapes por goteo y masivos desde centros de producción acuícola. El modelo geoespacial de potencial intrínseco de hábitat para salmones que se mostrará en esta conferencia se basa en modelos digitales de elevación, modelos climáticos, y modelos de caudal en ríos en base a la red de estaciones hidrológicas instalada en el sur de Chile. Las relaciones de preferencia de hábitats para cada especie se construyeron en base a datos empíricos y consulta a expertos. Finalmente, el modelo mostrará mapas de cuencas basados en distintos niveles de riesgo de invasión calculados en base a las preferencias de hábitat de cada especie y la calidad intrínseca de los hábitats disponibles en la región.

En el segundo estudio de caso se ilustrará el problema de hibridación entre la trucha toro (*Salvelinus confluentus*), especie nativa en peligro de extinción, y la especie invasora trucha de arroyo (*S. fontinalis*) en cuencas del oeste de Estados Unidos. La trucha toro es una especie que prefiere aguas muy frías por lo que el cambio climático, las represas, y otras actividades humanas han resultado a que dicha especie sea incluida en la lista de especies amenazadas. La invasión de la trucha de arroyo, que tiene preferencias similares a la trucha toro en cuanto a hábitats de reproducción, ha provocado problemas de hibridación documentados en las pocas áreas donde la trucha toro se encuentra actualmente. Dichos híbridos muchas veces no son viables por lo que la genética de las poblaciones remanentes de trucha toro podrían ser afectadas al corto y largo plazo. En este estudio de caso, se mostrarán resultados basados en modelos similares a los expuestos en el primer caso de estudio, pero con la variante de incluir distribuciones empíricas de especies nativas. En este caso, se construyó una matriz de riesgo en base a presencia y ausencia de ambas especies y los hábitats utilizados para reproducción y otros usos. El modelo de riesgo fue capaz de identificar cuencas hidrográficas con distintos valores de riesgo, útiles para identificar zonas donde se pueden establecer áreas de manejo intensivo de remoción de truchas de arroyo, así como la utilización óptima de recursos humanos y materiales.

En el tercer caso de estudio, los modelos de hábitats mostrados anteriormente se expanden e incluyen áreas geográficas más extensas en zonas con poca información disponible. En la cuenca del río Ogué en Gabón, África, existen varias decenas de represas en plan de construcción para dar energía a la industria minera. La poca cantidad de información en cuando a la diversidad de

---

especies nativas acuáticas hace que se necesiten herramientas para evaluar los potenciales impactos de los proyectos de generación hidroeléctrica. En este caso, se mostrarán dos ejemplos del uso de modelos de máxima entropía (Maxent) de nicho. Se introduce además un nuevo criterio en base a predicciones individuales de especies utilizando Maxent para medir biodiversidad ictiológica, la pseudo-riqueza de especies. En Pakistán, Asia, el manejo de la pesca recreativa se ha fundado en la introducción de truchas desde pisciculturas, sin embargo, existen muchas preguntas en cuanto a la sobrevivencia de las siembras de peces, así como de las potenciales interacciones con las especies nativas. Utilizando la gran cuenca del río Indo, se muestra el uso de un modelo de nicho para evaluar la presencia de trucha arcoíris y su interacción con el ciprínido nativo trucha de nieve (*Schizothorax richardsonii*).

En el cuarto caso de estudio, se muestra el desarrollo previo de una combinación de métodos incluyendo el uso de DNA ambiental, modelos geoespaciales de temperatura, y modelos estadísticos de ocupación para evaluar la distribución y potenciales interacciones entre el pez endémico cacho del Umpqua (*Oregonichthys kalawatseti*) y el pez invasivo lobina de boca chica (*Micropterus dolomieu*) en Oregon, USA. La lobina de boca chica es una especie altamente predatoria de aguas cálidas que amenaza las poblaciones endémicas del pez cacho, del cual se conoce muy poco sobre su distribución. Finalmente, se discuten las ventajas y desventajas del uso de los modelos de distribución espacial para el manejo de las especies nativas y conservación de los ecosistemas nativos invadidos.

---

**LAND USE, CLIMATE CHANGE AND THE FUTURE OF OUR LAKES – LESSONS  
LEARNED AT LAKE TAHOE, USA**

S. GEOFFREY SCHLADOW

Professor of Water Resources and Environmental Engineering, University of California, Davis, USA. Director of the UC Davis Tahoe Environmental Research Center.

E-mail: [gschladow@ucdavis.edu](mailto:gschladow@ucdavis.edu)

Lake Tahoe, an oligotrophic lake on the border between California and Nevada, USA, has attained iconic status for its high clarity, for its progressive loss of this clarity on account of changing land use, and the 50-year battle to regain full clarity. At the same time, however, a range of other factors have emerged to confound this goal. Chief among them is climate change, although other factors such as the influence of non-native species and growing human population pressures are also exerted unexpected influences. The lessons that have been learned and are continuing to be learned at Lake Tahoe will be described, and the implications for Chile's pristine lakes will be explored.

Lake Tahoe's first period of major clarity loss started during the 1860s, when the 800 km<sup>2</sup> watershed was clear-felled for timber production. Though lasting only 20 years, this period saw the removal of over 80 percent of the native forest. Fortunately, the low population of the region over the next 90 years allowed the lake to recover clarity to a Secchi depth of over 30 m.

In the 1960s, the Winter Olympics in Squaw Valley spurred major construction in the watershed. Roads, housing and commercial development were built with no planning or oversight. Wetlands were filled, streams were diverted and steeply sloped, fragile soils were cleared. By the time the Tahoe Regional Planning Agency was created in 1969 to manage development, the damage had been done. The only positive occurrence was the installation of a sewage system and the transfer of all wastewater to outside the watershed. For the next 30 years lake clarity declined by 0.3 m per year, until research determined that the underlying cause of clarity loss to be an excessive input of fine, inorganic particles. Watershed-based projects to staunch the inflow of fine particles from that time onwards has now stopped the clarity decline.

The evidence of climate change on the warming of Lake Tahoe was first reported in 2006. In the succeeding years though, the impacts of this warming on the underlying lake properties have become evident. Chief among them are the increasing thermal stratification of the lake, resulting in a lengthening of the period of time that lake is stratified and a reduction in the period of time that the lake is undergoing vertical mixing in the winter. For a deep lake such as Tahoe (maximum depth 500 m), this has had the effect of reducing the frequency and extent of complete winter mixing. Without complete winter mixing, dissolved oxygen in the hypolimnion cannot be renewed, and the likely of anoxic conditions developing greatly increases. Under such conditions, internal nutrient loads (estimated to be an order of magnitude greater than the external nutrient loads) could push the lake toward a mesotrophic or even eutrophic state. Other water quality and ecological issues such as benthic heavy metal release and fish kills may also arise.

Another important impact of climate change is the effect it has on the hydrology of the watershed. Lake Tahoe, at an elevation of 1860 m and a latitude of 39° N, receives a significant amount of snow (although the lake never freezes). In the last 100 years, the fraction of snow to total precipitation has decreased from 50 percent to less than 30 percent, and future climate models predict that most snowfall will be gone by the end of the present century when air temperatures would have increased by 5° C. With the transition from snow-dominated to a rain-dominated precipitation, streamflows are peaking earlier now, and by the last third of the present century they

---

may have advanced by as much as 5 months. Earlier, warmer stream inflows that enter the lake prior to spring stratification are likely to stay near the lake surface rather than plunge to depth. This will have the effect of delivering nutrients and fine particles to the lake surface where they are expected to contribute to a future reduction of clarity.

Climate change is currently being seen to be exerting other dramatic effects on the lake's ecology. One such example is the impact of the stronger and longer thermal stratification on the phytoplankton community. The reduction of epilimnetic mixing has had the effect of allowing larger sized phytoplankton to sink out of the photic zone. The very smallest phytoplankton (in the case of Lake Tahoe this is the diatom *Cyclotella gordonensis*, with a diameter of 4 microns) therefore have total access to both light and nutrients, and if this is combined with the expected hydrology changes described earlier, blooms of *Cyclotella* could be expected. This is already happening. Concentrations of *Cyclotella* are at levels higher than recorded in the past 50 years. On account of the small size of the *Cyclotella* (4 microns) and the fact that they have silica frustules, they behave optically in an identical manner to the fine, inorganic particles that were found to be the cause of the original decline of clarity after the 1960s. Thus, climate change is changing the physical mixing conditions in the lake such that biological factors are now controlling lake clarity. Has the fight to restore Lake Tahoe's clarity been lost due to climate change?

Maybe not. One of the other occurrences of the 1960s was the introduction of the non-native shrimp, *Mysis relicta*. This occurred in the period 1963-1965, precisely when land use changes were the obvious alteration happening at Lake Tahoe. It was observed that within 5 years, of their introduction, the lake's *Daphnia* and *Bosmina* populations crashed due to *Mysis* grazing. At the time no connection was made between these events and clarity loss. Clarity loss was considered to be purely a land-use impact. In 2011 *Mysis* disappeared from a semi-detached embayment of Lake Tahoe. Over the next 18 months *Daphnia* and *Bosmina* returned in large numbers, and clarity in the embayment increased from 14 m to 26 m. The impact of the cladocerans, and especially *Daphnia*, was now abundantly clear. They are capable of quickly improving clarity by ingesting fine particles, both organic and inorganic. Past research has shown that they are particularly effective at reducing *Cyclotella*. This now raises an interesting possibility for the future management of Lake Tahoe. While the physical impacts of climate may not be possible to prevent (warmer air temperature, early runoff, longer stratification) the ecological impacts exemplified by the recent blooms in *Cyclotella* if the native zooplankton populations, the *Daphnia* and the *Bosmina*, can be restored. It may therefore be possible to return Lake Tahoe's clarity to 30 m even in the presence of climate change.

What are the lessons for Chile's lakes? Chile's lakes, particularly those of the Los Rios and Los Lagos regions share much in common with Lake Tahoe. They are predominantly deep, oligotrophic lakes (Lago Llanquihue has almost the identical volume to Lake Tahoe) and they are increasingly facing pressure for land use changes, population pressures, climate change and the risk of invasive species. Unlike Tahoe, few if any of them have long term data records to enable an assessment of what changes have already occurred and what the key drivers are. That is unfortunate, but not debilitating. What is important to learn from Tahoe is that it is far better to avoid the changes brought about by poor development practices than to try to restore the systems after the damage has been done. In reality, many of Chile's lakes are 50 years ahead of Lake Tahoe.

While a detailed study of past conditions may not be possible, the exploration of the future is an important approach that should be embraced. With a relatively short data set, it is possible to calibrate and validate three-dimensional hydrodynamic models to accurately capture the mixing and transport that takes place within large lakes. Many countries, including Chile, are producing down-scaled, future climate projections under a range of future carbon emission scenarios. Using the generated climate data, the future hydrology is predictable, and the combination of future climate

---

and hydrology provides the necessary input data for the lake model. When coupled with ecological and water quality models, a powerful set of tools are available to allow all stakeholders and all decision makers to start considering the likely trajectories of lake conditions. The impact of climate change can be separated from the impacts of different development plans. Those lakes that are most vulnerable and those that are naturally most resilient can be identified.

This is the approach being adopted by a Consortium of researchers and institutions through the Fundación Chile Lagos Limpios. To date three lakes have been instrumented, and the lake hydrodynamic model is being constructed. Participation in this Consortium is open to all.

# MINI-CONFERENCIAS



Río Yelcho, Región de Los Lagos.  
Autor: Paulo Dumont

---

**CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS.  
ORIGEN, DESTINO Y EFECTOS**

FRANCISCO CORREA-ARANEDA \*

Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Universidad Autónoma de Chile.

\*E-mail: [francisco.correa@uautonoma.cl](mailto:francisco.correa@uautonoma.cl)

A nivel mundial, la mayoría de los ecosistemas de agua dulce se ven afectados por múltiples contaminantes. Los plásticos se consideran uno de los contaminantes emergentes y persistentes más importantes, que representan un problema ambiental crítico. Una gran parte de los plásticos se puede encontrar en el medio ambiente en forma de pequeñas partículas o fibras (microplástico (MP) <5 mm). Permanecen en el medio ambiente durante períodos similares a los del mercurio y la cantidad de plásticos continuará aumentando a medida que los fragmentos grandes se degraden en pedazos más pequeños y sean ubicuos en el medio ambiente global, incluidos los compartimientos dulceacuícolas, marinos, terrestres y atmosféricos. Los MP pueden adsorber químicos tóxicos y pueden ser ingeridos por muchas especies y afectar la salud humana, la diversidad biológica y el estado de los ecosistemas a corto y mediano plazo. La contaminación plástica es mucho peor de lo esperado, y apenas estamos comenzando a darnos cuenta de su extensión y severidad reales. En Chile, las medidas se han centrado principalmente en disminuir el embalaje y el uso de bolsas de plástico de un solo uso, pero se requiere una mayor participación de los productores y el comercio para que las medidas sean eficaces. El presente estudio tiene por objetivo dar a conocer antecedentes actuales sobre la problemática de la contaminación por plásticos en ecosistemas dulceacuícolas. Revisando antecedentes sobre su origen, destino y efectos. Se presentan resultados recientes sobre estudios realizados en Chile y se comparan con reportes a escala global. En lugar de presentar únicamente el problema de la contaminación plástica desde la perspectiva científica, este trabajo incluye puntos de vista de diferentes sectores de nuestra sociedad, con el objetivo de abordar el problema de la contaminación por plásticos desde una perspectiva nacional.

---

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO:  
CUENCA DEL RÍO BIOBÍO**

MARÍA ELISA DÍAZ<sup>1,2\*</sup>, RICARDO FIGUEROA<sup>2,3</sup>, M. ROSARIO VIDAL-ABARCA<sup>4</sup> & M.  
LUISA SUÁREZ ALONSO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos, Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco, Chile. <sup>2</sup> Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería (CRHIAM), Universidad de Concepción, Chile. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Ambientales y Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Chile. <sup>4</sup>Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia, España. \*E-mail: [mdiaz@uct.cl](mailto:mdiaz@uct.cl)

Los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de funciones, que se traducen en la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios que satisfacen a la sociedad. De cada función, es posible identificar diferentes usos (conscientes e inconscientes, directos e indirectos) que el hombre hace de los ecosistemas. A este uso/contribución se le denomina servicios ecosistémicos (SE). Cada función es el resultado de procesos ecológicos y de la estructura del ecosistema, que, a su vez, dependen de interacciones complejas entre los componentes bióticos, abióticos y sociales. En este sentido, la cuenca del río Biobío constituye un ecosistema fluvial complejo, con un excepcional mosaico de hábitats y alta diversidad biológica, que provee una elevada cantidad de SE, los cuales no han sido evaluados en su totalidad. Este trabajo contribuye a identificar y evaluar el estado y las tendencias de la biodiversidad y de los SE prestados por el río Biobío y sus áreas ribereñas. Se utilizaron 116 indicadores y se identificaron 16 SE que se encuentran con un alto grado de deterioro, siendo el cambio de uso de suelo y la sobreexplotación de materias primas, los impulsores de cambio directo que más han incidido en la transformación de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del Biobío, que alteran las funciones y la capacidad de proporcionar SE. Además, a través del modelo DPSIR (Causa-Presión-Estado-Impacto-Respuesta) que explora las relaciones entre el ecosistema fluvial y el sistema social de la cuenca, señala que el deterioro de los SE ha influido en el bienestar de la población, evidenciando una importante pérdida de biodiversidad, de los servicios de regulación y, de bienestar no materiales. Esta mirada integral de los SE, permite comprender como el deterioro de los ecosistemas afecta al bienestar humano y la complejidad de estas relaciones, pone en cuestionamiento el actual modelo de no-gestión de los recursos hídricos, dónde el deterioro de los SE, surge a través de las transformaciones que están sufriendo los ecosistemas para proporcionar más y mejores beneficios de servicios de abastecimiento, en desmedro de los servicios de regulación y culturales. Esto fue ejemplificado analizando la problemática de los incendios forestales en la región del Biobío, señalando que durante los últimos diez años la región ha alcanzado la mayor superficie afectada, de hecho desde 1984 al 2016 se han emitido más de 37 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, cuestionando su función reguladora de captura de este gas efecto invernadero y reposicionando la conservación de los bosques nativos como sistemas amortiguadores de estos impactos y productores de otros servicios ecosistémicos culturales.

Agradecimientos: Beca Doctoral Conicyt y Centro Crhiam CONICYT/FONDAP/15130015

---

**GESTIÓN DE LA DGA EN LA CARACTERIZACIÓN DE NITRATO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU IMPORTANCIA EN LA EUTROFIZACIÓN DE LAGOS**

DANIELA FREDES

Dirección General de Aguas, Santiago. E-mail: [daniela.fredes@mop.gov.cl](mailto:daniela.fredes@mop.gov.cl)

Se debe gestionar la cuenca considerando el principio de unidad de la corriente esto quiere decir que los sistemas superficiales y subterráneas están conectados y cualquier alteración que se realice en una de estas componentes puede afectar a la otra. En este Sentido la red de calidad de aguas de la DGA inicia en la década del 60 y mide en superficial (ríos y lagos) y subterránea, extendiéndose por gran parte del territorio nacional y levantando datos sistemáticos de parámetros relevantes para diferentes usos, como también de calidad ambiental. La red de calidad de agua subterránea incluye el monitoreo de las fuentes de Agua Potable Rural (APR) la cual ha tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos 7 años contando a la fecha con más de 800 pozos desde la Región de Coquimbo a Los Lagos. Esta red ha permitido estudiar diferentes impactos, como la contaminación difusa, de la cual el nitrato es uno de los contaminantes más habituales.

El nitrógeno existe naturalmente en la naturaleza, pero su incorporación por el uso excesivo de fertilizantes como nitrato lo incrementa contaminando fuentes de agua y disminuyendo la salud de los ecosistemas y la población a través de la eutrofización cultural y de la disminución en la tasa de crecimiento de niños, respectivamente. Esto es importante a nivel mundial donde la agricultura es la principal fuente de este compuesto y donde su remoción es costosa, más aún en Chile que enfrenta una de las décadas más cálidas del último siglo con una disminución en la precipitación de las macroregiones norte y central y por tanto de disponibilidad de agua. Este trabajo procesa los datos de nitrato de la red APR reunidos entre 2014 – 2020 y para hacer un diagnóstico usando un límite de alerta de 30 mgNO<sub>3</sub>/L y el máximo de concentración recomendado por la norma chilena de agua potable (NCh 409.Of. 2005) de 50 mgNO<sub>3</sub>/L. Adicionalmente se revisa la evolución del estado trófico de los lagos de la macrozona centro y sur para relevar la importancia que tiene la gestión de los nutrientes en la salud estos cuerpos de agua. Los resultados de la red APR indican que el nitrato se encuentra en su mayoría bajo los 50 mgNO<sub>3</sub>/L, con Coquimbo, Valparaíso mientras que en la región Metropolitana y O'higgins se presentan concentraciones más altas, y con calidades que mejoran hacia el sur del país. Por los lagos Villarrica y Vichuquén se han destacado este último tiempo como aquellos que presentan una respuesta rápida al aumento en las concentraciones de nutrientes (episodios de florecimiento de algas), restringiendo incluso algunos usos del agua por esta causa. Si bien el nitrógeno se identifica claramente como una amenaza sobre todo por en zonas sin alcantarillado alledañas a cuerpos lacustres o por uso de tierras para agricultura el nutriente limitante de la producción primaria es el fósforo (y de la mayoría de los lagos de la red de calidad DGA). Esto implica que los esfuerzos para controlar la contaminación difusa deben tener presente el aporte del fósforo y nitrógeno principalmente cuando se pretende proteger un cuerpo lacustre. Esto implica mantener y mejorar la red de calidad de la DGA analizando sistemáticamente estos nutrientes en las muestras de agua.



# SIMPOSIO

## EUTROFIZACIÓN EN CUENCAS DE USO MÚLTIPLE: EL CASO DE LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA

**ESTADO TRÓFICO DEL LAGO VILLARRICA**

STEFAN WOELFL

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias  
Universidad Austral de Chile. \*E-mail: [swoefl@uach.cl](mailto:swoefl@uach.cl)

El lago Villarrica ha sido estudiado desde los años ochenta del siglo pasado por diferentes entidades, siendo la Universidad Austral de Chile y la Dirección General de Agua (DGA) los principales actores. En los años - a partir del año 2013 - el lago ha sido monitoreado por la DGA en el marco de una norma secundaria. Se normaron parámetros tróficos como transparencia, nitrógeno y fósforo total y disuelto, oxígeno y clorofila a. Debido a diferentes metodologías analíticas aplicados en las últimas décadas, la base de datos sobre la calidad de las aguas del lago Villarrica ha evidenciado múltiples "outliers" e incoherencias tanto en perfiles verticales como en el desarrollo temporal de varios parámetros, como p.e. fósforo y nitrógeno totales. Un problema general es relacionado con el límite de detección de algunos análisis, p.e. amonio, nitrato, fósforo disuelto. En varias ocasiones la base de datos muestra una falta de información, especialmente sobre nitrógeno y fósforo total. Los parámetros mejor medidos son la transparencia y la clorofila a. De acuerdo con la evaluación de la base de datos existente, el lago Villarrica muestra durante la última década una cierta tendencia de aumento de clorofila a durante el verano y una disminución de la transparencia. Sin embargo, datos sobre nitrógeno y especialmente sobre fósforo - aún en concentraciones típicos para lagos oligo- hasta oligo-mesotróficos - muestran posibles problemas analíticos, que dificultan su interpretación coherente. Se discute estos problemas en la presentación.

---

**ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ACCIÓN PARA GESTIÓN DE EPISODIOS DE BLOOM ALGALES EN EL LAGO VILLARRICA**

---

JORGE NIMPTSCH\*, JORGE JARAMILLO &amp; STEFAN WOELFL

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile.

\*E-mail: [jorge.nimptsch@uach.cl](mailto:jorge.nimptsch@uach.cl)

La eutrofización de los cuerpos de agua dulce puede dar lugar a cambios muy indeseables en la estructura del ecosistema y funciones como el desarrollo masivo de las cianobacterias que tienen efectos negativos en organismos acuáticos y humanos, debido a su capacidad de sintetizar metabolitos secundarios tóxicos denominadas cianotoxinas.

Los estudios sobre proliferaciones masivas de cianobacterias y su potencial de toxicidad han sido muy escasos en Chile. Sin embargo, se han encontrado cianobacterias de géneros potencialmente tóxicos a lo largo del territorio desde el norte (II Región) pasando por la zona central hasta la zona sur en Concepción y el lago Llanquihue. Teniendo en cuenta que no existen en Chile, normativas referentes a la calidad de aguas en relación a toxinas de cianobacterias y que la OMS estableció como valor de referencia 1 µg/L como máximo aceptable para el consumo humano diario de microcistina –LR y 10 µg/L para aguas recreacionales, deberían considerarse como medidas precautorias, muestreos periódicos para detectar las cianobacterias y ante la presencia de un florecimiento realizarse mediciones de toxinas para proteger la salud humana en primera instancia. En los últimos años los lagos Nor-Patagónicos han presentado la presencia de florecimientos masivos de cianobacterias. Resultados de análisis cuantitativos de cianotoxinas mostraron que en su mayoría las concentraciones de MC-LR estuvieron por debajo del límite máximo para agua potable de 1 µg/L fijado por la organización mundial de la salud (OMS), sin embargo, para el lago Villarrica donde se observó un pronunciado Bloom de cianobacterias *Dolichospermum* sp., se detectaron hasta 3,5 µg/L eq. MC-LR en el balneario de Pucón convirtiendo así al balneario de Pucón, en aguas recreacionales con potencial peligro para la salud humana. De acuerdo con estos antecedentes, la presente propuesta licitada por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), pretende abordar más a profundidad la temática planteada y aportar con la elaboración de un procedimiento que permita determinar especies tóxicas de cianobacterias y un protocolo de prevención y mitigación de sus efectos en los lagos Nor-Patagónicos.

Con este fin se plantearon los siguientes objetivos:

1. Realizar un análisis de la data histórica de monitoreo de comunidades fitoplactónicas en el Lago Villarrica y a través de análisis bibliográfico y de antecedentes disponibles, determinar la tipología de cianobacterias potenciales que predominan en Blooms de algas en el Lago Villarrica.
2. Elaboración de un procedimiento que permita determinar especies tóxicas de cianobacterias y un protocolo de prevención y mitigación de sus efectos.
3. Elaboración de un sistema de alerta temprana de blooms cianobacteriales para proteger la salud de los turistas y bañistas del Lago Villarrica.

Este estudio fue licitado y financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile bajo el N° de Adquisición: 612227-3-LE19.

---

**ACUICULTURA, CAMBIO CLIMÁTICO Y PAISAJE**

---

JORGE LEÓN MUÑOZ<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción. <sup>2</sup>Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR).

\*E-mail: [jleon@ucsc.cl](mailto:jleon@ucsc.cl)

A nivel global, durante las últimas décadas, la acuicultura se sitúa como uno de los sectores de producción primaria de más rápido crecimiento (10% anual). Actualmente, esta actividad ya supera los suministros provenientes desde la pesca de captura, y se constituye como una de las principales fuentes para satisfacer la creciente demanda mundial de proteínas. En esta historia Chile juega un rol relevante, siendo el segundo mayor exportador mundial de salmón y trucha (año 2018: >630 mil toneladas, >US\$ 5,150 millones). En efecto, a nivel interno, durante las últimas cuatro décadas la salmonicultura se posicionó como una de las principales industrias de Chile, explicando más del 13% del total de las exportaciones no vinculadas al cobre.

Originalmente los sistemas acuáticos de Chile no contenían salmónidos, sin embargo, las excelentes características fisicoquímicas de sus aguas y la alta heterogeneidad de ambientes (ríos, lagos, estuarios) resultaron óptimas para su ciclo de vida y por ende también para la salmonicultura.

En esta charla nos centraremos en las etapas de cultivo desarrolladas en instalaciones de tierra (desde ahora pisciculturas), donde según datos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura de Chile (SERNAPESCA) y la Asociación de la Industria del Salmón de Chile A.G. (SalmonChile), más del 70% de las instalaciones aún optan por operar con sistemas de flujo abierto, abastecidos directamente desde ríos y arroyos. El porcentaje restante utiliza pozos y vertientes y/o poseen tecnología de recirculación. A nivel productivo, las pisciculturas existentes abastecen prácticamente la totalidad de las ovas y alevines demandados por la salmonicultura chilena, e incluso suministran alrededor del 65% de los smolts que posteriormente son ingresados a los sistemas costeros del sur de Chile. En este último caso, según datos facilitados por SalmonChile, al año 2017, el 65% de los smolts se generaron en condiciones de flujo abierto, el 15% en recirculación y el restante en ríos, lagos y estuarios.

En sus primeras décadas de desarrollo (1980-2000), las pisciculturas se concentraron en áreas cercanas a los sitios costeros donde se realizaban los procesos de engorda. Durante ese periodo, esta zona del sur de Chile mantenía una alta superficie de bosque nativo, por lo que las pisciculturas se ubicaban comúnmente en paisajes bien conservados climático antropogénico sobre la provisión de agua dulce.

En las cuencas hidrográficas, la presencia de esta cobertura vegetal, contribuye a que los cursos de agua: i) registren una baja amplitud térmica, ii) mantengan altos y constantes niveles de oxígeno disuelto, iii) presenten bajas concentraciones de sólidos suspendidos y nutrientes, y iv) describan regímenes hidrológicos estables incluso durante sequías meteorológicas. Este comportamiento hidrológico resulta ser ideal para el cultivo de las primeras etapas de producción de salmónes y truchas, pudiéndose lograr un alto número de rotaciones de cultivo, limitar los impactos fitosanitarios y alcanzar eficientes tasas de conversión de alimento.

En los últimos años, el fuerte crecimiento de las exportaciones de la salmonicultura chilena (e.g., año 2007 = 397 mil toneladas, año 2018 = 630 mil toneladas) ha demandado una mayor producción de ovas, alevines y smolts. La estrategia seguida por la industria para abordar este desafío ha sido construir nuevas pisciculturas en zonas pre-cordilleranas del centro-sur de Chile. En estas zonas, en general los ríos y arroyos también presentan altos niveles de calidad, sin embargo, en comparación con la zona sur de Chile el paisaje dominante describe mayores procesos de cambio de cobertura y uso de suelo (CUS), registrando importantes procesos de deforestación y degradación, principalmente asociados a la habilitación para terrenos agropecuarios. Durante las últimas décadas esta afectación se ha intensificado con el aumento de plantaciones forestales de rápido crecimiento.

Estos cambios a nivel de paisaje han sido robustamente asociados a modificaciones en procesos hidrológicos, informándose cambios significativos en caudales, regímenes hidrológicos y calidad del agua.

En paralelo al CUS, desde principios de los años 80' gran parte del territorio chileno (30-50°S) ha registrado un marcado patrón de decrecimiento de las precipitaciones, el cual ha sido en parte atribuido al cambio climático antropogénico. Adicionalmente, la zona interior de Chile central ha sido impactada con tendencias positivas de temperatura, las cuales son mayormente significativas durante otoño y primavera. A partir del año 2010 estas tendencias han conducido a uno de los periodos de sequía más extremo de los últimos siglos, determinando un déficit de precipitaciones y caudales que ha alcanzado un 70% en el centro sur de Chile (30-38°S). Para las próximas décadas las proyecciones climáticas indican que se debiese avanzar hacia un clima más seco en gran parte del territorio chileno (30-50°S).

Bajo este contexto, los invito discutir sobre cómo la sinergia entre los procesos de CUS (deforestación, habilitación, sustitución) y escenarios climáticos más extremos (e.g. mayores temperaturas, menores precipitaciones totales) podrían determinar impactos en las fuentes de agua utilizadas por la salmonicultura chilena. Para esto nos basaremos en análisis realizados a cuencas que abastecen a 75 pisciculturas (ovas, alevines, smolts) del centro-sur del país.

Los resultados preliminares, muestran que actualmente las pisciculturas presentan un alto nivel de interacción espacial con terrenos agrícolas y plantaciones forestales de rápido crecimiento. En sus cuencas tributarias, durante las últimas tres décadas, la superficie de bosque nativo decreció alrededor de un 25% mientras las plantaciones forestales aumentaron hasta representar un 12.5% del área total. En ese periodo, más del 50% de las cuencas analizadas registraron tasas de deforestación superiores al 1% anual. De forma conjunta, el análisis de los registros hidro-climáticos evidenció una marcada tendencia hacia un clima más seco y cálido, con una provisión de agua dulce cada vez menos estable. Los Modelos de Circulación General (GCM), no son más alentador, proyectándose un futuro cercano (2030-2060) aún más cálido y seco [ $\Delta T$  0.4 a 1.9°C;  $\Delta PP$  4.5 a -28.5%].

La interacción entre las actuales tendencias de CUS y las proyecciones hidro-climáticas podría reducir el potencial uso de sistemas de flujo abierto, dado el aumento de la exposición de los peces en cultivo a condiciones fisicoquímicas del agua no óptima para el desarrollo de cultivos intensivos. Esto implica un aumento de vulnerabilidad de salmonicultura chilena al cambio climático, siendo indispensable avanzar en el diseño e implementación de estrategias/acciones dirigidas a conservar y recuperar atributos biogeográficos que maximicen los servicios ecosistémicos vinculados a la calidad y disponibilidad de agua dulce.

---

**AVANCES Y DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA DEL SALMON EN CHILE: UNA  
PERSPECTIVA EN LA FASE DE AGUA DULCE**

ROJAS, X.<sup>1\*</sup>, TUCCA, F.<sup>1</sup>, MONGE, T.<sup>2</sup>, LÓPEZ, R.<sup>2</sup> & RAMIREZ, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Salmón S.A. Puerto Montt, Chile. \*E-mail: [xrojas@intasal.cl](mailto:xrojas@intasal.cl)

<sup>2</sup>Asociación de la Industria del Salmón A.G. SalmonChile, Puerto Montt, Chile.

La industria del salmón es una de las actividades económicas más relevantes para Chile, especialmente para las regiones australes, ya que es el segundo sector exportador del país, y además el segundo productor de salmónes a nivel mundial. Esta industria ha proporcionado empleos directos e indirectos desde la región del Bío-Bío hasta la región de Magallanes, abasteciendo mercados nacionales e internacionales con sus productos.

El proceso productivo de la salmonicultura considera una compleja pero interesante cadena de valor que no está exenta de externalidades negativas, siendo la generación de residuos líquidos y sólidos una de las más importantes y desafiantes para alcanzar un desarrollo más sustentable dentro de esta actividad.

Para minimizar estas externalidades, la industria trabaja constantemente en incorporar nuevas tecnologías e innovación en sus procesos, incentivando la generación de conocimiento actualizado y fortaleciendo el capital humano. Todo esto se suma a un estricto cumplimiento de normativas ambientales y sanitarias que actualmente se encuentran vigentes en Chile, pero también la industria se ha centrado en cumplir con estrictos estándares internacionales de carácter voluntario.

La presentación tiene como objetivo realizar una revisión de las actuales gestiones ambientales que la industria ha realizado durante su etapa de proceso productivo en agua dulce, con el fin de minimizar los impactos ambientales e identificar los desafíos hacia el futuro. Finalmente, y como pilar fundamental del trabajo gremial, se expondrá procedimientos de vinculación constructiva hacia grupos de interés como comunidades, entidades educativas, vecinos, entre otros, logrando así transparentar las actividades industriales en la zona sur de Chile.

---

**PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL LAGO VILLARRICA**

PABLO ANDRÉS ETCHARREN ULLOA

Ministerio del Medio Ambiente. E-mail [petcharren.9@mma.gob.cl](mailto:petcharren.9@mma.gob.cl)

El Plan de Descontaminación de la cuenca del lago Villarrica, tiene como fin reducir la concentración de contaminantes en el cuerpo de agua, es decir, recuperar los niveles de parámetros físico-químicos regulados por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del lago (DS N°19/2013). Se debe restablecer los niveles de aquellos parámetros que superan los valores normados, es decir, clorofila “a”, transparencia y fósforo disuelto. Esto se logrará reduciendo la carga de nutrientes al lago, principalmente de fósforo total, el cual es “naturalmente limitante”.

Acorde al DS. N°39/2012 del MMA, a la fecha se ha conformado el Comité Operativo, compuesto por Servicios Públicos con competencia en materia hídrica con quienes se han abordado a nivel de propuesta las principales medidas para reducir la contaminación por nutrientes del lago, entre ellas se tiene: Proponer límites de emisión específicos para el sector acuícola, incentivar la reforestación de zonas de protección ripariana del borde del lago y sus afluentes, mejorar prácticas de manejo de suelos agrícolas, evaluar la factibilidad de construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas en la localidad de Currarehue y de alcantarillado ribereño entre Pucón y Villarrica, entre otras. Sin embargo, la elaboración del plan de descontaminación consiste precisamente en la evaluación y definición de las medidas más costo-eficientes de reducción de nutrientes que serán incluidas en este instrumento de gestión ambiental.

A la fecha, se cuenta con una propuesta de medidas de reducción de emisiones que han sido trabajadas con el Comité Operativo. Se ha conformado además el Comité Operativo Ampliado en cual es una instancia que involucra a los actores clave de la sociedad civil.

Dado el tipo de fuentes de emisión de la cuenca (puntual y difusa), el Plan de Descontaminación deberá enfocar sus esfuerzos en reducir y mitigar estas emisiones lograr alcanzar la meta de reducción de emisiones propuesta por el Plan.

# RESÚMENES DE PRESENTACIONES

---

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRADA PARA LA LAGUNA  
RAYENANTÚ, SANTA JUANA, CHILE**

FANNY ARAYA\*, M. ELISA DÍAZ & RICARDO FIGUEROA

Facultad de Ciencias Ambientales y Centro EULA Chile, Universidad de Concepción.

\*E-mail: [fanny.arayabaham@gmail.com](mailto:fanny.arayabaham@gmail.com)

Los sistemas lacustres ofrecen importantes servicios ecosistémicos (SE) a la sociedad, a pesar de esto, se encuentran entre los sistemas más vulnerables a la actividad antrópica. La laguna Rayenantú, ubicada en la comuna de Santa Juana, región del Biobío, corresponde al principal atractivo turístico de la zona y único sistema lacustre de la comuna, por lo que provee importantes SE de tipo cultural, sin embargo, se encuentra en un avanzado estado de eutrofización. El objetivo del estudio fue realizar una propuesta de gestión de la eutrofización basado en el modelo de Gestión Integrada de Cuencas de Lagos (ILBM) para la rehabilitación permanente de la laguna Rayenantú. Se realizó un levantamiento de información de variables ambientales y sociales de percepción de SE, además, se revisó la normativa ambiental e institucionalidad referente a la gestión de los recursos hídricos. Además, se identificaron y priorizaron brechas del componente ambiental, antrópico e institucional, generando las bases para la elaboración de la propuesta de gestión integrada. Las instituciones responsables son amplias y complejas, reflejando la necesaria interdisciplinaria de la gestión del recurso hídrico, sin embargo, no trabajan de manera coordinada lo que limita la participación de la comunidad en la toma de decisiones. Asimismo, la falta de competencias de la Municipalidad de Santa Juana en la gestión de la laguna y su cuenca está dada por la falta de equipo técnico especializado. Las principales medidas de gestión se asocian al monitoreo del recurso hídrico y estudios hidrogeológicos, procesos de educación ambiental a la comunidad, medidas de gestión a nivel de cuenca dadas por la arborización ribereña y manejo de escorrentía urbana, medidas de gestión interna de la eutrofización tales como la aireación hipolimnética con nanoburbujas, control directo de macrófitas y control ictiofauna invasora, y finalmente la mejora institucional que incluye creación del Departamento de Medio Ambiente e ingreso al SCAM (Sistema de Certificación Ambiental Municipal). El ILBM es un método que integra pilares fundamentales para la gestión efectiva del recurso hídrico, asegurando las condiciones ecológicas que permiten mantener su capacidad de proveer SE, mediante acciones directas que se basan en la gobernanza de la cuenca. Por lo tanto, para la correcta aplicación del ILBM resulta fundamental el adecuado funcionamiento del pilar Institucionalidad.

*Agradecimientos Proyecto Crhiam CONICYT/FONDAP/1513001*

---

**EFFECTOS LETALES Y SUB-LETALES DEL LIXIVIADO DE *Eucalyptus globulus*,  
CENIZAS Y SU COMBINACIÓN SOBRE *Daphnia magna***

**SERGIO BELTRÁN-FERNÁNDEZ<sup>1,\*</sup>, FRANCISCO CORREA-ARANEDA<sup>2</sup>, VÍCTOR  
HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, RICARDO FIGUEROA<sup>1</sup> & MAURICIO URBINA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Concepción; <sup>2</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios del Hábitat, Universidad Autónoma de Chile. \*E-mail: [sebeltran@udec.cl](mailto:sebeltran@udec.cl)

El cambio de uso de suelo de plantaciones nativas a exóticas, se ha convertido en una amenaza para los cuerpos de agua y comunidades que allí habitan. El ingreso de material foliar, como de ceniza post incendios forestales de plantaciones exóticas, son ejemplos de estos nuevos estresores. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que ejercen estos dos estresores y su interacción sobre el invertebrado dulceacuícola *Daphnia magna* y las características del agua. Se utilizaron como tratamientos la disolución de cenizas, lixiviado de *Eucalyptus globulus* y las interacciones entre ambos, donde se evaluaron variables fisicoquímicas y se realizaron bioensayos agudos (mortalidad) y crónicos (tasa de consumo de oxígeno) sobre *Daphnia magna*. Los resultados obtenidos indican que la entrada tanto de hojas, cenizas y su interacción provocan cambios significativos en el agua. La entrada de las hojas, por ejemplo, genera una disminución en el oxígeno disuelto y pH. La entrada de cenizas, por otro lado, genera también una leve disminución del oxígeno, pero un marcado aumento del pH. En cuanto a la interacción, estas resultaron tener un efecto sinérgico sobre el oxígeno, pero antagónico en el pH. La mayor mortalidad, se obtuvo en el lixiviado (LC50-48h= 0,9 gL<sup>-1</sup>), seguido por la interacción de lixiviación y disolución de cenizas (LC50-48h= 5,80 gL<sup>-1</sup>), mientras no se observó mortalidad con cenizas. La tasa de consumo de oxígeno como *proxi* de efectos sub-letales mostró un aumento significativo con respecto al grupo control en todos los tratamientos, siendo mayor en la interacción de los factores. El tipo de respuesta obtenida en la interacción de estos estresores depende de la variable evaluada, por ejemplo, estos estresores tienen un efecto antagonista sobre la mortalidad en *Daphnia magna*, y un efecto sinérgico sobre la tasa metabólica.

---

**PROCESO DE INVASIÓN DE *Craspedacusta sowerbii* EN LOS LAGOS DE CHILE:  
DIVERSIDAD GENÉTICA Y PLASTICIDAD FENOTÍPICA DE LAS POBLACIONES DE  
MEDUSAS**

LUCIANO CAPUTO\*, LEYLA CÁRDENAS, ROMINA FUENTES, FERNANDA CANCINO &  
LUIS CASTAÑEDA

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile; Centro Transdisciplinario de Estudios Ambientales y Desarrollo Humano Sostenible (CEAM), Universidad Austral de Chile. \*E-mail: [luciano.caputo@uach.cl](mailto:luciano.caputo@uach.cl)

*Craspedacusta* es una medusa de agua dulce que se ha introducido en los lagos chilenos. Las floraciones de la etapa medusa de *Craspedacusta* se detectaron por primera vez en un cuerpo de agua artificial de Valparaíso en 1942. Desde entonces y en la actualidad se han observado floraciones de este hidroide invasivo en lagos del norte de la Patagonia. Un estudio reciente sobre el proceso de invasión de medusas en lagos chilenos confirma el reciente establecimiento reciente de poblaciones clonales de *C. sowerbii*, de origen asiático, en varios lagos del centro sur de Chile. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que todas las poblaciones de *C. sowerbii* derivan de un único evento de introducción de origen Chino seguido de una aparente expansión clonal hacia el sur de Chile a través de lagos de carácter mesotrófico.

Para profundizar nuestro conocimiento sobre el potencial invasivo de este invasor acuático realizamos experimentos eco-fisiológicos para estudiar la plasticidad fenotípica de los rasgos de resistencia al estrés ambiental de la medusa “chilena”. En particular, realizamos experimentos de laboratorio para evaluar el efecto combinado de la temperatura y la salinidad en la tasa metabólica (TM) y sobrevivencia de medusas adultas colectadas en Laguna Illahuapi. Nuestros resultados demuestran que la medusa chilena es tolerante al estrés por calor y que incrementos en la salinidad del agua afectan la TM y la sobrevivencia de la etapa medusa a corto plazo. A través del gradiente de salinidad la mortalidad de medusas disminuye notablemente en ambientes con menor fuerza iónica. Aunque no tenemos evidencia sobre los efectos de la temperatura y salinidad en la etapa de pólipos de esta especie, nuestros resultados en la fase de vida libre de este organismo explican el patrón geográfico de distribución de *C. sowerbii* en lagos de Chile, que como norma son cuerpos de agua muy diluidos en sales.

Financiamiento: Proyecto DID-UACH S-2016-37.

---

**RELACIONES ENTRE VARIABLES AMBIENTALES Y MACROINVERTEBRADOS  
BENTÓNICOS EN UN GRADIENTE DE PERTURBACION DE HABITAT EN LA  
CUENCA DEL RÍO HUASCO**

CLAUDIO CASTILLO-TORO\* & IRMA VILA

Laboratorio de Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

\*E-mail: [claudiocastoro@gmail.com](mailto:claudiocastoro@gmail.com)

La cuenca hidrográfica del río Huasco se encuentra ubicada en la III Región de Atacama, en una zona semiárida, situándose como una de las principales fuentes de agua potable para la región y permitiendo un abastecimiento constante a las dos más grandes actividades económicas de la zona: agricultura y minería. Por esto, la región queda en una situación de escasez por el recurso hídrico, y el ecosistema fluvial a un permanente deterioro, el que puede evidenciarse mediante el estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (MIB) asociadas. Este estudio tiene como principal objetivo el identificar diferentes factores ambientales, tanto naturales como antrópicos, y relacionarlos principalmente con la distribución espacial de los taxa de macroinvertebrados (MIB) en la cuenca del Río Huasco, de manera de contribuir a su uso como bioindicadores en ríos de la zona semiárida de Chile. Utilizando una red tipo Surber se realizó un muestreo de cuatro temporadas en 12 sitios que se distribuyen dentro de las tres subcuencas principales del sistema. Junto con esto, se realizó la medición de variables físicas y químicas del agua y una caracterización hidrológica del hábitat. Para evaluar las intervenciones antrópicas se elaboró un índice que cuantifica el nivel de éstas en las cercanías de cada sitio de muestreo. Por medio de análisis multivariados (PERMANOVA y RDA) y el cálculo de métricas comunitarias, se evaluó los cambios de las comunidades de MIB y sus relaciones con las variables ambientales, comparando lo obtenido entre los extremos del gradiente de perturbación antrópico. Las comunidades de MIB respondieron significativamente al gradiente ambiental a lo largo de la cuenca ( $F = 16,089$ ;  $p < 0,0001$ ), en el que sitios con mayor impacto antrópico y condiciones de alta eutrofización, evidenciaron grandes proliferaciones de organismos oportunistas como oligoquetos, quironómidos y gastrópodos. Por el contrario, en los sectores de mejor estado ecológico y calidad del agua, las abundancias de organismos sensibles a perturbaciones (ej: Leptophlebiidae, Hydrobiosidae, Blephariceriidae) tuvieron los mayores valores, mostrando ser una característica comunitaria clave que evidencia las diferencias entre los extremos del gradiente de perturbación. Este estudio levanta información de relevancia para el desarrollo de estrategias de biomonitorio dentro de la cuenca hidrográfica del Río Huasco, que permitan la conservación de este importante ecosistema fluvial.

---

**EFECTO DE ESTRESORES MÚLTIPLES EN LA CONDICIÓN CORPORAL Y  
CONCENTRACIÓN DE LÍPIDOS DEL PEJERREY CHILENO EN DOS RÍOS DEL SUR  
DE CHILE**

NICOLE COLIN<sup>1,3,\*</sup>, KONRAD GÓRSKI<sup>2,3</sup>, ALIRO MANOSALVA<sup>4</sup>, FRANCIS LARA<sup>3</sup>,  
ÁNGEL URZÚA<sup>3</sup> & EVELYN HABIT<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, <sup>3</sup> Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica la Sma. Concepción (UCSC), Concepción, Chile, <sup>4</sup>Unidad de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales y Centro EULA, Universidad de Concepción, Chile. \*E-mail: [nicole.colin@uach.cl](mailto:nicole.colin@uach.cl)

Los sistemas lóticos se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo debido a los fuertes impactos que producen diversos estresores ambientales. Se han desarrollado varias herramientas para detectar las alteraciones en los organismos, pero sin considerar diferentes escalas de organización biológica. En este estudio, utilizamos la concentración de lípidos e índice corporal como medida de condición para detectar el daño sub-letal en el pejerrey chileno (*B. microlepidotus*), en presencia de múltiples estresores. El diseño de estudio considera dos sitios de referencia, dos sitios con polución urbana, y dos sitios con urbana e industrial, en dos sistemas fluviales del centro-sur de Chile (río Biobío y río Valdivia), considerando su variación estacional. Ambas cuencas, Biobío y Valdivia, están expuestas a contaminación urbana e industrial (fábrica de celulosa), así como la presencia de especies no nativas. Además, el caudal del río Biobío está alterado por represas hidroeléctricas, mientras que Valdivia está libre de represas hasta la fecha. Encontramos una alteración significativa en la condición corporal (Scaled Mass Index) en verano, pero con una tendencia diferente entre cuencas. La condición corporal del pejerrey aumenta en la zona contaminada en el río Biobío y disminuye en el río Valdivia. Por su parte, los lípidos totales muestran una fuerte variación individual dentro de cada zona y una leve tendencia a disminuir en los tramos más contaminados en verano. En consecuencia, nuestros resultados sugieren un mayor efecto en la época seca debido a que los contaminantes están más concentrados por el bajo caudal, lo cual se incrementa en el río Biobío por un aumento en el número e intensidad de estresores. Además, *B. microlepidotus* tiene hábitos pelágicos, por ende, la influencia de la alteración hidrológica por “hydropeaking” puede ser un factor adicional de estrés reflejado en la respuesta de la condición individual.

FONDECYT postdoctoral 3180375

---

**ESTIMACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN PLAYAS  
LACUSTRES DEL SUR DE CHILE**

PABLO CHEUQUEPAN<sup>1,\*</sup>, FRANCISCO CIFUENTES<sup>1</sup>, XIMENA JAQUE<sup>2</sup>, JUAN MARTIN<sup>1</sup>,  
CAMILA ORELLANA<sup>1</sup>, RODRIGO SANTANDER-MASSA<sup>1,2</sup>, ALFREDO ULLOA<sup>1</sup>, MARÍA  
ELISA DÍAZ<sup>1</sup> & FRANCISCO CORREA ARANEDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica de Temuco. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chile Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente (UCCMA), Instituto de Estudios del Hábitat (IEH).

\*E-mail: [pcheuquepan2011@alu.uct.cl](mailto:pcheuquepan2011@alu.uct.cl)

Los plásticos representan un problema ambiental crítico a escala global y se identifican como contaminante emergente que podría afectar la salud humana y diversidad biológica a corto y mediano plazo. Se estima, que hasta el 2015 se produjeron globalmente cerca de 8.300 millones de toneladas métricas de residuos plásticos, de las cuales el 21% fue reciclado o incinerado, y el resto fue derivado a vertederos o al ambiente natural. El objetivo del presente estudio fue cuantificar, caracterizar y determinar el posible origen de los residuos plásticos de cuatro playas lacustres del sur de Chile. Dos correspondientes al lago Villarrica y otras dos al lago Calafquén. En cada playa se definieron transectos de 100 metros de largo y 5 metros de ancho en las líneas de acumulación de residuos flotantes. En cada transecto se delimitaron 6 cuadrantes de 1m<sup>2</sup> por réplica. Se extrajo y tamizó todo el material contenido en los primeros 5 y 3 cm, separando *in situ* los fragmentos visibles. En laboratorio se separaron las partículas más pequeñas bajo lupa implementada con una cámara y visualización en tiempo real. A cada partícula se le midió el largo máximo (cm), peso (g) y se clasificaron de acuerdo al tipo (fibra o partícula), composición (e.g., polietileno, poliéster, polipropileno) y se estimó su estado de fragmentación (fragmentado y no fragmentado). En total se recuperó un número de 706 unidades plásticas, de las cuales 482 correspondieron al lago Villarrica con una concentración promedio de 16,5 unid./m<sup>2</sup>, mientras que el lago Calafquén presentó una abundancia de 224 y una concentración promedio de 15,8 unid./m<sup>2</sup>, siendo el Polietileno expandido o Plumavit (PE) el tipo dominante en el lago Villarrica con un 68% del total y un peso promedio por unidad de 0,011 g. Mientras que en el lago Calafquén se aprecia una dominancia del Polietileno de baja densidad (PEBD) con un 32% del total y un peso promedio por unidad de 0,0147 g. Los resultados demuestran presencia de plásticos en playas de la zona lacustre, que puede estar relacionado con la actividad turística en época de verano y algunas actividades industriales como la urbanización de riberas de los lagos. En este sentido se observa la necesidad de mayores estudios que nos permitan conocer más detalles sobre los niveles de contaminación por plásticos en los distintos componentes de los ecosistemas acuáticos, así como también determinar sus efectos sobre especies y comunidades acuáticas.

---

**RELACIÓN ENTRE PROPIEDADES ÓPTICAS, CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA,  
PROTOZOOS MIXOTRÓFICOS BACTERIAS Y ZOOPLANCTON EN LAGOS  
CABURGUA Y VILLARRICA**

**PATRICIO DE LOS RÍOS<sup>1,2,\*</sup>, ÁNGEL CONTRERAS<sup>1</sup>, GLADYS LARA<sup>1</sup>, MIRTHA  
LATSAGUE<sup>1</sup> & CARLOS ESSE<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile.

<sup>2</sup>Núcleo de Estudios Ambientales UC Temuco.

<sup>3</sup>Instituto de Estudios del Hábitat (IEH), Coordinador de la Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente (UCCMA), Facultad de Arquitectura y Construcción, Universidad Autónoma de Chile, Temuco-Chile. \*E-mail: [prios@uct.cl](mailto:prios@uct.cl)

Los lagos Caburgua y Villarrica pertenecen a los denominados lagos del norte de la Patagonia, o antiguamente llamados lagos Araucanos. El lago Caburgua es oligotrófico con bosque nativo en su cuenca circundante, mientras que el lago Villarrica presenta zonas con transición a mesotrofia y tiene partes en su cuenca circundante con marcada intervención antrópica principalmente por las ciudades de Villarrica y Pucón. El objetivo del presente trabajo consistió en comparar las propiedades ópticas obtenidas por imágenes LANDSAT ETM+, concentraciones de clorofila, y abundancias de bacterias, ciliados mixotróficos y zooplancton en ambos lagos, mediante análisis de componentes principales, para esto se consideraron cuatro puntos en el lago Caburgua en un transecto norte sur, y cuatro en el lago Villarrica, específicamente en las ciudades de Pucón y Villarrica, al centro del lago y litoral norte. Los resultados arrojaron marcadas diferencias en ambos lagos, encontrándose que hubo alta reflectancia en los sitios del lago Villarrica, principalmente en los sitios con ciudades, en que hubo alta riqueza de especies zooplanctónicas, altas abundancias de bacterias y zooplancton y ausencia de ciliados mixotróficos. Mientras que en el lago Caburgua, la situación fue diferente, encontrándose una baja reflectancia, asociada con bajas concentraciones de clorofila y riqueza de especies zooplanctónicas, pero alta abundancia de ciliados mixotróficos. Los resultados concuerdan con observaciones para lagos del norte de la Patagonia, y evidencias experimentales que indican que en sitios con alta abundancia de ciliados mixotróficos, están asociados con bajas abundancias y riqueza de especies zooplanctónicas, mientras que en sitios con ausencia de ciliados mixotróficos hay mayor concentración de clorofila y altas abundancias de zooplancton.

Agradecimientos: Proyectos VIPUCT 2017 N°2017RE-PR-06 y MECESUP UCT 0804

---

**MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS POR NITRATOS DE FUENTES AGROPECUARIAS: DIRECTIVA  
91/676. CASO DEL REINO UNIDO**

PAULO DUMONT

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile. E-mail: [pdumont@uct.cl](mailto:pdumont@uct.cl)

La contaminación de los cursos de agua por nitratos (NO<sub>3</sub>) genera graves problemas a la salud humana y a los ecosistemas acuáticos terrestres a nivel global. Por ello, la Unión Europea en el año 1991 crea la Directiva de Nitrato 91/676 con el fin de proteger los cuerpos de agua superficiales y subterráneos en cuencas hidrográficas cuyas aguas contengan una concentración de nitratos superior a 50 mg l<sup>-1</sup>. En este trabajo se presenta un análisis crítico de la Directiva 91 y su potencial aplicación en Chile. La Directiva obliga a cada Estado Miembro a confeccionar un Código de Buenas Prácticas Agrícolas y a establecer, cartográficamente, Zonas Vulnerables a Nitratos (NVZ, por sus siglas en inglés), las cuales corresponden a áreas de tierra que drenan hacia aguas contaminadas por nitratos. A fin de frenar las pérdidas de nitratos de sus actividades agropecuarias, los agricultores dentro de NVZ deben cumplir regulaciones obligatorias, principalmente, (a) no aplicar fertilizantes inorgánicos, purines y/o estiércol durante otoño-invierno, (b) limitar sus dosis de aplicación a los requerimientos de los cultivos -reduciendo con ello la escorrentía superficial y lixiviación de nitratos- y (c) disponer de la capacidad de almacenamiento otoño-invierno de purines. Se excluyen de esta prohibición los efluentes categorizados como “Aguas Sucias” debido a su bajo contenido de nitrógeno fácilmente asimilable (NFA, 0-25% NH<sub>4</sub>-N:TN). Los resultados muestran que existe ambigüedad en la efectividad de la Directiva 91, con discrepancias en las reducciones de nitratos en cuencas de un mismo país y entre países, donde en la mayoría de las cuencas hidrográficas las concentraciones de nitratos ha mostrado un incremento por sobre 50 mg/l (contrario a la meta propuesta) en los últimos 30 años. Entre las causas de bajo éxito de la Directiva 91/676 se plantea la Institucionalidad, la Gobernanza, su Instrumentalización y la escasez de recursos a nivel predial.

---

**EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS DE USO VETERINARIO Y DESINFECTANTES USADOS EN LA SALMONICULTURA EN LA FASE DE AGUA DULCE**

**FRANCISCO ENCINA<sup>1,\*</sup>, ROLANDO VEGA<sup>2,4</sup>CLAUDIA ALVARADO<sup>2</sup> & FELIPE TUCA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Universidad Católica de Temuco. <sup>3</sup> Universidad de Concepción. <sup>4</sup> Núcleo de Investigación Producción Alimentaria, Universidad Católica de Temuco.  
\*E-mail: [fencinam@gmail.com](mailto:fencinam@gmail.com)

En Chile se producen alrededor de 188 millones de smolts anualmente en sistemas de cultivo de flujo abierto y recirculación emplazadas en tierra. Las densidades de cultivo de estos sistemas fluctúan entre 25 y 120 kg/m<sup>3</sup>, las cuales aumentan la prevalencia de enfermedades debido al estrés producido por el confinamiento y subsecuentemente el aumento en el uso de antibióticos, antiparasitarios, anestésicos y desinfectantes para la prevención y tratamiento de enfermedades. La aplicación de estos productos representa una entrada directa de estos al medio ambiente a través de la descarga de efluentes y su permanencia y movilidad entre los distintos compartimentos ambientales dependen de las propiedades físico-químicas y variables ambientales. En concentraciones ambientalmente relevantes se han encontrado efectos en la reproducción, toxicidad y genotoxicidad en peces e inhibición del crecimiento en algas. Pese a ello, la legislación vigente en Chile es insuficiente para asegurar la inocuidad de las prácticas de cultivo, generando una creciente desconfianza social entorno a la industria salmonicultora en Chile. En el presente estudio, se evaluó el potencial riesgo ecológico que presenta el uso de 21 productos farmacéuticos de uso veterinario y desinfectantes en un escenario real de aplicación en pisciculturas. Se realizó una evaluación de riesgos determinística utilizando datos de toxicidad para la evaluación de los efectos (PNEC) e información sobre las propiedades físico-químicas, farmacocinéticas para la evaluación de exposición (PEC) mediante un modelo de fugacidad. El objetivo de este estudio fue identificar compuestos que tienen un efecto detrimental en las especies potencialmente expuestas a través de una evaluación de riesgo ecológico mediante el cociente de riesgo (RQ), cuando  $RQ > 1 =$  Riesgo. Se encontró que 14 de los productos evaluados podrían presentar un  $RQ > 1$ . Se incorporan recomendaciones para el monitoreo y seguimiento de estos productos.

---

**INFLUENCIA DE LOS VIENTOS EN EL LAGO VILLARRICA**

MAX ESPARZA

Universidad Austral de Chile. E-mail: [maxmcsrh@gmail.com](mailto:maxmcsrh@gmail.com)

El lago Villarrica fue declarado zona saturada por incumplir 3 parámetros de la norma secundaria de calidad ambiental del lago. 1.- Transparencia, 2.- Fósforo y 3.- Clorofila a. El verano es la estación que más se estratifica el lago lo que intensifica la poca mezcla de aguas y por ende escasas de oxígeno, sobre todo con parámetros altos de clorofila y blooms de algas, ya que estos traen consigo turbidez, escasas de oxígeno, malos olores y posiblemente toxicidad. Los vientos puelche, ocurren durante todo el año, pero tienen una mayor periodicidad de eventos en el verano, estos traen externalidades positivas ya que pueden mezclar las aguas y oxigenarlas. Los vientos puelche se originan por cambios de temperatura en las montañas donde las masas de aire por el frío aumentan su densidad y por diferencia de esta, bajan de las montañas a los valles y el lago. Pero ahora debido al cambio climático y megasequía, las montañas están menos nevadas por el aumento de altura de la isoterma 0, al disminuir las zonas nevadas de las montañas, se puede inferir que las áreas de temperaturas bajas y aumento de densidad por frío pueden también estar disminuyendo, lo que incidiría en un cambio en la periodicidad e intensidad de los vientos puelche. Para revisar esto se consiguieron los datos de los últimos 10 años de vientos de mayor intensidad (Puerto Cerrado) en la capitanía de Puerto del Lago Villarrica, con fechas, hora, dirección, intensidad y la escala Douglas del estado del lago. Estos datos muestran como en los últimos 10 años ha habido una tendencia a la baja en la intensidad de los vientos más fuertes, lo que tiene relación con lo que está ocurriendo en la alta montaña, que es donde nacen los vientos puelche. Los vientos, aunque tienen externalidades positivas como oxigenar y mezclar las aguas ante un evento de Bloom también pueden tener efectos de desparramar este fenómeno como ocurrió en mayo del 2008 donde se visualizó un bloom por todo el lago incluso en la bahía de Villarrica siendo un mes con muchas mezclas de vientos de los puelches con otros. No se encontró evidencia suficiente para decir que los blooms ocurran como consecuencia de surgencias después de eventos con fuertes vientos que traigan nutrientes de aguas profundas, más bien actúan como fenómenos independientes entre sí. Se concluye que lo que ocurre en la alta montaña debido al cambio climático y megasequía, incide en lo que estos vientos provocan en el lago, vientos menos intensos, provocan que la oxigenación y mezclas de agua en periodo estival de ocurrencia de Bloom y altos parámetros de clorofila a, no actúen a la misma profundidad en la columna de agua.

---

**CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE ESPECIES MACRÓFITAS DEL LAGO BUDI:  
BASES TECNOLÓGICAS PARA UN ANÁLISIS MULTITEMPORAL EN UN CONTEXTO  
DE CAMBIO CLIMÁTICO**

CARLOS ESSE\*, FRANCISCO CORREA-ARANEDA, RODRIGO SANTANDER, PABLO  
SAAVEDRA & XIMENA JAQUE

Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente (UCCMA), Instituto de Estudios del Hábitat (IEH), Universidad Autónoma de Chile, Temuco. \*E-mail: [carlos.esse@uautonoma.cl](mailto:carlos.esse@uautonoma.cl)

La excesiva acumulación de nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, en los cuerpos de agua producto de la actividad agrícola, forestal y acuícola, generan las condiciones óptimas para la aceleración del proceso de eutroficación, y con ello la rápida aparición de microalgas y macrófitas, las cuales pueden expandirse a lo largo de todo el ecosistema, deteriorando las condiciones naturales y afectando el desarrollo de las economías locales (e.g., pesca, turismo). El objetivo de este estudio fue la caracterización espectral de las especies macrófitas presentes en el Lago Budi, como insumo para un análisis multitemporal que integre niveles de magnitud y abundancia en un contexto de cambio climático. La metodología consideró el uso de un espectrorradiómetro de campo, con el cual se construyeron las firmas espectrales de las principales especies macrófitas presentes en el área de estudio. Una vez construida la librería de firmas espectrales, se descargó una serie de imágenes satelitales MODIS para el periodo 2000-2018, con la cual se construyeron índices espectrales (NDVI y EVI), y se elaboraron series de tiempo quincenal, con ello se identificaron patrones espaciales sobre presencia de especies macrófitas. Posteriormente, se generó un mapa predictivo en el área de estudio, por medio de un análisis monotípico de tendencia general de Mann Kendall (TAU) aplicado a toda la serie, con lo cual se obtuvo un mapa de ocurrencias, el cual muestra las áreas de mayor probabilidad para las especies analizadas, y un segundo mapa de significancia estadística para dicho análisis. Los análisis estadísticos y radiométricos consideraron el uso de los paquetes raster, rts, rgdal, gimms y hsdar del software R. Los resultados mostraron que los sensores remotos hiperspectrales y multispectrales poseen la capacidad de discriminar entre presencia y ausencia de las especies macrófitas en cuerpos lacustres. Los desafíos están dados por la capacidad de discriminación a nivel de especies, lo cual permitiría avanzar en la comprensión del fenómeno. Las proyecciones de este estudio buscan facilitar la exploración de las distintas relaciones entre los fenómenos climáticos extremos y la ocurrencia de especies macrófitas en toda la extensión del Lago Budi, y dar a conocer las potencialidades de la información satelital para estudios similares. Finalmente, se espera aportar con más información, y contribuir a los sistemas de monitoreo y gestión medio ambiental de los cuerpos de agua lacustres.

---

**PERTURBACIONES HUMANAS SOBRE ALGAS BENTÓNICAS,  
MACROINVERTEBRADOS Y PECES EN EL MEDITERRANEO CHILENO**

**PABLO FIERRO\***, CLAUDIO VALDOVINOS, IVAN ARISMENDI, GUSTAVO DÍAZ,  
ALFONSO JARA-FLORES, EVELYN HABIT & LUIS VARGAS-CHACOFF

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas. Universidad Austral de Chile.

\*E-mail: [pablo.fierro@uach.cl](mailto:pablo.fierro@uach.cl)

Los ecosistemas del mediterráneo son unos de los más amenazados en el mundo poniendo en serio peligro la biodiversidad dulceacuícola. Entre las principales amenazas se lista el cambio en uso de suelo, ocurriendo en el mediterráneo chileno el cambio de vegetación nativa a plantaciones forestales, agricultura y áreas urbanas. Se investigó la influencia de cuatro usos de suelo sobre la calidad del agua y las comunidades de ríos de algas bentónicas, macroinvertebrados y peces en 24 sitios de muestreo distribuidos en las cuencas del río Maipo, Rapel, Mataquito y Maule. La cubierta de plantas acuáticas, temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos fueron estadísticamente diferentes entre usos de suelo. Las diatomeas dominaron en todos los usos de suelo, mientras que la biomasa total de clorofila-a fue aumentando desde ríos con vegetación nativa hacia plantaciones forestales, agrícolas y finalmente a ríos urbanos. La riqueza de macroinvertebrados, valores del índice de diversidad y EPT, en general fueron menores en ríos agrícolas y urbanos. En tanto, la densidad de Dípteros y taxa no insectos fue mayor en ríos urbanos, coincidiendo con el índice biótico de familias, que indicó que las peores calidades de agua se registraron en estos ríos. La riqueza y diversidad de peces no fue alterada por los usos de suelo, sin embargo, peces asociados a aguas frías se encontraron en mayor abundancia y diversidad en ríos de vegetación nativa y plantaciones forestales, mientras que peces de aguas más templadas se asociaron a ríos agrícolas y urbanos.

Análisis multivariados revelaron que variables a escala local, como de cuenca influenciaron a cada grupo acuático. A nivel de ensamble biológico los tres grupos acuáticos respondieron a perturbaciones de usos de suelo, sin embargo, solo algunas métricas de macroinvertebrados fueron eficientes para distinguir cada uso de suelo. Nuestros resultados tienen directa implicancia en el monitoreo acuático, sugiriendo usar al menos uno de estos ensamblajes para establecer la integridad biótica en ríos del mediterráneo chileno.

---

**PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO BIOBÍO Y SU APOORTE AL  
DESARROLLO DE LA NORMA DE SECUNDARIA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD  
DE SUS AGUAS**

RICARDO FIGUEROA, OSCAR PARRA & MARÍA ELISA DÍAZ

Facultad de Ciencias Ambientales y Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.

\*E-mail: [rfiguero@udec.cl](mailto:rfiguero@udec.cl)

El río Biobío es uno de los sistemas fluviales más importante de Chile y el sistema natural que sustenta el desarrollo de la región que lleva su nombre. El Centro EULA-Chile y empresas usuarias de sus aguas, desde el año 1995 hasta la actualidad desarrollan un Programa de Monitoreo de la Calidad de sus Aguas (PMBB) con el objeto de prevenir sobre el deterioro e informar a las autoridades y a la ciudadanía sobre la evolución de sus condiciones ambientales. Esto se refleja en la nueva Norma Secundaria de Calidad de Aguas Superficiales (NSCA-BB) promulgada en diciembre de 2015 (D.S. 9/2015), que declara sustentarse en la información generada en el PMBB. Este estudio compara retrospectivamente las variables normadas entre 1995-2018, y para facilitar la interpretación global histórica se ajustó un índice de calidad de agua que incluyó las 19 variables normadas en 6 estaciones de vigilancia en curso principal y 8 en tributarios.

Los resultados mostraron una leve mejoría en la calidad del agua de “mala” a “regular” a pesar del aumento de las presiones, pero que concuerda con las inversiones en plantas de tratamientos de aguas servidas (cobertura 100%) e industrias relevantes que han mejorado sus procesos de tratamientos de efluentes industriales. No obstante, el análisis individual muestra que todas las variables normadas (a excepción de pH) superan en alguna oportunidad los niveles establecidos, especialmente las nutrientes (Fósforo Total, N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, Nitrógeno Total y Sulfatos), que lo hacen de manera consecutiva entre muestreos y en sus valores promedios cada 2 años (según lo indicado en la norma). En este sentido la NSCA-BB se encontraría en excedencia y, por lo tanto, pronto deberían tomarse medidas reparatorias, identificar las causas y mitigar los efectos, mediante un plan de descontaminación que involucrará exigencias a todos los usuarios de la cuenca y por lo mismo, imposibilitará o dificultará cualquier nuevo proyecto en la cuenca que utilice las aguas del río Biobío.

---

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO LARVAL EN *Diplodon chilensis* (GRAY 1828)**

CARMEN FUENTEALBA<sup>1,\*</sup>, VÍCTOR FAÚNDEZ<sup>2</sup> & DANIELA GONZÁLEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de las Américas, Instituto de Ciencias Naturales, <sup>2</sup> Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ingeniería. \*E-mail: [carmen.fuentealba@gmail.com](mailto:carmen.fuentealba@gmail.com)

El bivalvo *Diplodon chilensis* (Gray 1828), de la familia Hyriidae, de es la única especie de bivalvos dulceacuícolas, de gran tamaño que habita los ambientes continentales nacionales. Diversos estudios lo han caracterizado por su eficiente capacidad de filtración y han valorado, su potencial uso en proceso de biorremediación de ambientes perturbados.

Una forma de realizar una translocación efectiva, hacia este tipo de ambientes debe incorporar la variabilidad genética, ciclo de vida y su estado de conservación. Sin embargo, respecto a la especie su ciclo reproductivo es prácticamente desconocido. Actualmente, se ha logrado determinar que en su estado inicial presenta larva gloquideo, parasitando diversas especies de peces en ambientes continentales. El siguiente estudio tiene como objetivo caracterizar el estadio larval post-fecundación, de *Diplodon chilensis*, para lo cual se obtuvieron ovocitos, fecundados por el método químico serotonina (5-HT). Estos fueron analizados posteriormente, para su identificación con marcadores moleculares. Los resultados revelaron que el estado larval post-fecundación, es una larva en fase inicial de vida libre similar al adulto, con un sistema digestivo funcional. Además, se distinguen músculos abductores, diente larval y valvas rudimentarias. Sin embargo, el día 22 emerge desde el interior de los gloquideos un individuo, cuya estructura es totalmente diferente, a cualquier fase larval descrita para los bivalvos de agua dulce. Este individuo, no presenta un sistema digestivo funcional y su estructura, se caracteriza por apéndices tubulares retráctiles, que le permiten movilidad en la columna de agua. Al día 34, recuperan su estructura típica de gloquideo, pierden los apéndices retráctiles y se observa actividad digestiva. Esta última fase, se mantuvo hasta el final del experimento. Se le introdujeron peces no nativos, sin embargo, las larvas permanecieron en fase de crecimiento en el fondo del estanque. En base a los resultados obtenidos, se plantea lo siguiente: Existe en *Diplodon chilensis*, una fase del estado larval que le permite mediante apéndices, la movilidad en la columna de agua, además de la especificidad en la relación hospedador-huésped, finalmente se sugiere que la especie de acuerdo a las condiciones ambientales, podría suprimir esta relación por el desarrollo directo.

---

**FLORACIÓN INUSUAL DE *Microcystis aeruginosa* EN UN LAGO OLIGOTRÓFICO DEL SUR DE CHILE, EVENTO ASOCIADO A VARIABILIDAD DE NUTRIENTES Y VARIABLES METEOROLÓGICAS**

NORKA FUENTES<sup>1,\*</sup>, CATALINA RÍOS-HENRÍQUEZ<sup>1</sup> & PATRICIO DÍAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios, Universidad de Los Lagos, Av. Fuchslocher 1305, Osorno, Chile. <sup>2</sup>Centro i-mar & CeBiB, Universidad de los Lagos, Camino Chiquihue, km 6, Puerto Montt, Chile. \*E-mail: [norka.fuentes@ulagos.cl](mailto:norka.fuentes@ulagos.cl)

Las floraciones de cianobacterias son frecuentes en cuerpos de agua eutrofizados en época estival, pudiendo ocasionar, dependiendo de su toxicidad, severos impactos ecosistémicos y amenazar la salud humana. Sin embargo, han sido poco documentadas en sistemas oligotróficos. Estudios previos indican que estos eventos son gatillados por la disponibilidad de nutrientes en la columna del agua y fluctuaciones de variables meteorológicas locales. Considerando esto, se efectuaron muestreos mensuales en el Lago Rupanco (40°49'S; 72°48'W) desde marzo 2016 hasta junio 2018, a cinco profundidades (2, 5, 10, 15 y 30 m). Se reportaron 174 especies de microalgas con una fuerte variación estacional e interanual de sus abundancias, aunque variaciones batimétricas no fueron registradas. Las especies más abundantes fueron la diatomea *Synedra acus* (22.2 %), la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* (7.6 %), la diatomea *Asterionella formosa* (5.9 %) y la Cryptophyceae *Cryptomonas ovata* (5.6 %). Se detectó una floración de *Microcystis aeruginosa* ( $6,7 \times 10^5$  células/L) en el invierno del 2017 a 30 m. Esta floración coincidió con una alta velocidad del viento (máx=16.9 km/h), intensas precipitaciones diarias (máx=51.1 mm) y una distribución vertical homogénea de la temperatura de la columna de agua ( $11 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ). Además, hubo una moderada relación ( $\rho = 0.468$ ) de las abundancias de *Microcystis aeruginosa* con el índice nitrógeno/fósforo y concentraciones de clorofila *a*, nitrato, fosfato y oxígeno disuelto. En invierno, las intensas y constantes precipitaciones pueden movilizar nutrientes desde el sistema edáfico hacia los cuerpos de agua, ayudando a generar estas floraciones. Considerando que el Lago Rupanco registra históricamente bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo, los resultados sugieren que esta inusual floración fue ocasionada por cambios en las condiciones hidrológicas a escala local. Futuros estudios debiesen implementar monitoreos a mayor escala espacio-temporal para detectar eventuales floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas (e.g. *Microcystis* y *Noctoc*), vinculándolas a procesos relacionados al cambio climático.

---

**RESPUESTA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA HIDROLÓGICO LAGO VICHUQUÉN, LAGUNA TORCA Y ESTERO LLICO ANTE TENSORES NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS**

ALEXANDER GALÁN<sup>1</sup>, SERGIO FIGUEROA<sup>1</sup>, LUIS BUSTOS<sup>1</sup>, PABLO GONZÁLEZ<sup>1</sup>, MARCELO PAVEZ<sup>1</sup>, SAMUEL PEÑA<sup>1</sup>, PATRICIO TORRES-RAMÍREZ<sup>1</sup> & MAURICIO TRONCOSO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Regional de Estudios Ambientales – CREA, UCSC. \*E-mail: [agalan@ucsc.cl](mailto:agalan@ucsc.cl)

El sistema hidrológico conformado por el Lago Vichuquén, el Santuario de la Naturaleza Laguna Torca y el Estero Llico, se encuentra sometido a un alto grado de deterioro ambiental debido principalmente al cambio en el uso del suelo de la cuenca (65% ocupada para silvicultura y 6,7% para uso agrícola), mal manejo de las aguas servidas, déficit del régimen hídrico y a la interrupción de la dinámica hidrológica producto del cierre artificial que comunica este sistema con el mar y la intrusión marina durante el tsunami del 27F. Diferencias de salinidad y del tamaño de los cuerpos de agua, principalmente su profundidad, se reflejan en las marcadas variaciones espacio-temporales identificadas. Mientras que el Estero Llico (profundidad media – *Zm*: 1,20 m) y la Laguna Torca (*Zm*: 1,84 m) son sistemas oligohalinos y fisicoquímicamente más homogéneos debido a su poca profundidad y al alto grado de mezcla, el Lago Vichuquén (*Zm*: 13,53 m) es mesohalino con una marcada estratificación. Este fuerte gradiente termohalino impide el recambio natural de las aguas de fondo, generando una capa anóxica (16% del volumen total) con altas concentraciones de H<sub>2</sub>S (hasta 70 µmol/L), limitando el desarrollo de comunidades eucariontes. Debido a la alta disponibilidad de nutrientes (mayoritariamente fósforo) el sistema en general es eutrófico. Condición que, sumada al estancamiento, producto del cierre que comunica el sistema con el mar y al déficit pluviométrico (a la fecha ca. 85%), favorece el desarrollo de diferentes grupos de cianobacterias, las cuales se vuelven dominantes durante el verano. Los grupos dominantes de cianobacterias variaron entre los cuerpos de agua y las abundancias del fitoplancton en el verano fueron hasta tres órdenes de magnitud superiores (ca. 300000 cél/mL) en el Estero Llico y la Laguna Torca que las registradas en el Lago Vichuquén. La presencia de coliformes fecales, particularmente abundantes en el Estero Llico, que supera el límite permitido de aguas para uso recreativo con contacto directo (NCh 1.333), deterioran aún más la calidad del agua de este sistema. Estos tensores naturales y de origen antrópico afectan los servicios ecosistémicos que ofrecen estos cuerpos de agua, situación que bajo el escenario de cambio climático y déficit pluviométrico podría exacerbarse.

---

**FISICOQUÍMICA DE LAS MICROCUENCAS MARAVELES Y TAMBORAL  
(MUNICIPIO DE SUÁREZ CAUCA, COLOMBIA): RELACIÓN CON ÍNDICES DE  
CONTAMINACIÓN EN TORNO A LA MINERÍA ARTESANAL DE ORO**

JOSÉ ANTONIO GALLO<sup>1,\*</sup>, LUIS ERNESTO GUTIÉRREZ<sup>1.</sup>, GINARY LIZETH VARGAS<sup>1</sup>,  
MARCELA VELASCO<sup>1</sup> & RICARDO FIGUEROA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctorado Ciencias Ambientales, Universidad del Cauca, Popayán Colombia. <sup>2</sup>Universidad de Concepción Chile. \*E-mail: [jagallo@unicauca.edu.co](mailto:jagallo@unicauca.edu.co)

En el municipio de Suárez, Cauca Colombia, las fuentes hídricas circundantes a la actividad minera de oro, que se desarrolla en los corregimientos de Mindalá y La Toma (comunidades rurales), presentan una gran cantidad de sedimentos originados por la remoción del suelo y subsuelo y por el manejo inadecuado de residuos, estériles y escombros, que ocasiona cambios en la coloración y turbidez del agua. Por otro lado, las sustancias químicas e industriales utilizadas en los procesos de obtención del oro, se vierten al embalse La Salvajina y quebradas cercanas, alterando las características fisicoquímicas del recurso hídrico. El objetivo de este estudio fue evaluar el estado de la calidad del agua de las quebradas Lorenzo, Dios Te Dé, Piedra Imán y Tamboral, afectadas por actividades de minería artesanal de oro, mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos (Sólidos Suspendidos Totales, DBO<sub>5</sub>, DQO, Dureza total, Alcalinidad, Mercurio por EAA, pH, conductividad, Oxígeno Disuelto, turbiedad y temperatura), microbiológicos (coliformes totales y fecales) y la aplicación de índices de calidad del agua (ICA) y de contaminación minera (ICOMO). Se recolectaron un total de 14 puntos de muestreo por triplicado, además 15 muestras de 5 entables o beneficiaderos, para análisis fisicoquímico de los cuerpos de agua en la entrada y 15 a la salida de los procesos de beneficio. Las muestras fueron recolectadas y preservadas conforme a los lineamientos establecidos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2007). Los resultados muestran que las actividades mineras de oro presentes en las quebradas objeto de estudio no solo alteran la calidad del agua, sino que alteran la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Las principales afectaciones por minería artesanal de oro son las coberturas vegetales, alta turbiedad, contenido de mercurio por encima de los niveles permisibles y alta concentración de SST.

---

**CICLO DE VIDA *Didymosphenia geminata* EN DOS RÍOS DE CHILE**

**KATERINA GONZÁLEZ<sup>1,3,4,5\*</sup>, DAVID FIGUEROA<sup>2,3,4,5</sup>, GLADYS LARA<sup>1,3,4,5</sup>, CESAR HODGES<sup>3,4,5</sup>, MARÍA FERNANDA AGUAYO<sup>2,3,4,5</sup> & CARLOS AGUAYO<sup>2,3,4,5</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, <sup>3</sup>Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos, <sup>4</sup>Facultad de Recursos Naturales, <sup>5</sup>Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [kgonzalez@uct.cl](mailto:kgonzalez@uct.cl)

En Chile *Didymosphenia geminata* fue declarada plaga recientemente en 2010, sin embargo, es una especie que constituye una amplia historia de dispersión en casi todo el mundo, a pesar de ello, aspectos biológicos básicos son aún desconocidos. Si bien ha sido demostrado que las condiciones ambientales son una influencia directa para el control de la distribución de *D. geminata*, el éxito de la especie puede estar vinculada en gran parte a su biología básica e historia de la vida. Esta investigación abordó aspectos reproductivos del ciclo de vida, dinámica poblacional y registro de tamaño celular de *D. geminata*, en dos poblaciones en río Lonquimay y río Fuy, muestreos desarrollados estacional y mensualmente en terreno entre los años 2016 a 2018 (sustratos naturales y artificiales) y mediante cultivos en laboratorio. Se desarrollaron experimentos de cultivo celular con y sin nutrientes y con modificaciones de medios de cultivos (L1; L1/4 y L1/8), tanto para desarrollo de masas de estolones como para grupos celulares, se analizaron imágenes celulares para microscopía electrónica de barrido y tinción diferencial dapi. Los resultados mostraron en ambos ríos la alternancia de 7 fases de desarrollo en concordancia con patrones de físico químicos donde el estado de fase plantónica y máximo alargamiento del estolón coincide con baja temperatura 5,5°C, y aumento de la irradiación 643,8 (W/m<sup>2</sup>) y alto caudal 0,93 (m/s) para el río Lonquimay. Los estolones fueron resistentes a la degradación y capaces de generar células por un lapso de hasta 120 días. Las evidencias mostraron cambios direccionales en la distribución del tamaño celular desde 62,4 a 152,5 um de longitud valvar, ocurriendo restauración del tamaño celular. Se discuten estos resultados con los marcos conceptuales descritos por Cullis *et al.* (2012) y (Bishop & Spaulding 2017) entre otros. Se discuten estos resultados con los marcos conceptuales descritos por Cullis *et al.* (2012) y Bray *et al.* (2016 entre otros).

---

**EVALUACIÓN DEL DISCO DE SECCHI COMO INDICADOR DEL ESTADO TRÓFICO DE SISTEMAS LÍMNICOS DE LA ZONA CENTRO Y SUR DE CHILE**

GABRIEL JURI ÁLVAREZ

Laboratorio de Limnología, Universidad de Chile. Las Palmeras 3425, Ñuñoa.

E-mail: [gabriel.juri@gmail.com](mailto:gabriel.juri@gmail.com)

La eutrofización de los sistemas límnicos es uno de los mayores problemas ambientales existentes, por lo cual su monitoreo es fundamental en la conservación de estos sistemas. Ante esto la concentración de clorofila “a” (Chla) es empleada como indicador del estado trófico. Sin embargo, en ciertas ocasiones en su lugar se utiliza la transparencia medida con el disco Secchi (SDD). A pesar de esto, según las características morfométricas de los lagos y de sus cuencas de drenajes, existen otros compuestos que contribuyen a SDD. En consecuencia, se debe analizar la relación entre Chla y SDD. De este modo, el objetivo de este trabajo consiste en evaluar la relación entre la Chla y el SDD, por ende, el uso de SDD como un indicador del estado trófico de lagos de la zona centro y sur de Chile. Asimismo, se analiza la relación existente de SDD y Chla con variables morfométricas y geográficas, y así estudiar la influencia de otros factores en la relación entre SDD y Chla. Con este fin, se sistematizó una base de datos mediante información del SDD y Chla otorgada por la Dirección General de Aguas y la recopilación bibliográfica de datos morfométricos y geográficos. Luego se analizó la relación entre SDD y Chla mediante una regresión lineal, mientras que la relación con las variables morfométricas y geográficas se hizo mediante el test de correlación de Spearman, análisis de redundancia (RDA) y regresión lineal múltiple (RLM). Los resultados muestran que la relación entre SDD y Chla para cada lago ( $r^2 < 0,78$ ), como para el conjunto de datos ( $r^2 = 0,6$ ), fue menor al reportado en la literatura ( $r^2 = 0,93$ ). Respecto a los resultados de morfometría y ubicación geográfica, se observa que para SDD, la profundidad es la variable que tiene el mayor aporte a la varianza (75,2%), además, presenta la mayor correlación según la prueba de Spearman ( $\rho = 0,87$ ) y RDA. En cuanto a la Chla, la latitud es la variable que más aporta a la varianza (51,3%) de la RLM, como también presenta la mayor correlación según la prueba de Spearman ( $\rho = 0,71$ ) y RDA. Se concluye que la relevancia de las variables morfométricas y geográficas sobre la transparencia en los análisis realizados, indica que existen otros factores que influyen en SDD y por lo tanto este no es un indicador efectivo del estado trófico de los lagos estudiados.

---

**RED DE MONITOREO DE HUMEDALES COSTEROS: TENDENCIAS E INTEGRACIÓN  
CON POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

HERNÁN ANDRÉS LATUZ\*, ALEJANDRO PALMA & AMERINDIA JARAMILLO

Ministerio del Medio Ambiente. \*E-mail: [hlatuz@mma.gob.cl](mailto:hlatuz@mma.gob.cl)

Se monitorearon un total de 21 humedales comprendidos entre las regiones de Coquimbo y de La Araucanía en los meses de febrero y marzo de 2019, abarcando tanto sistemas estuarinos como sistemas lóticos y lénticos de agua dulce. Se realizaron análisis de fisicoquímica básica, nutrientes, biota, e índices de trofía y de bioindicadores. La fisicoquímica básica evidenció niveles de pH y conductividad eléctrica en niveles adecuados para el correcto desarrollo de la vida. Sin embargo, parámetros como temperatura y oxígeno disuelto se encontraron en rangos de deterioro principalmente para la zona norte y centro. La evaluación de nutrientes diferenció al Nitrógeno total como un elemento presente en niveles muy altos en la columna de agua, seguido por el Fósforo total, lo que evidencia concentraciones peligrosas que pueden potenciar el desarrollo de eutrofización de los sistemas. La biota resultó ser escasa en zooplancton, abundante en fitoplancton y pobre para el macrozoobentos, si bien algunos humedales evidenciaron gran diversidad y abundancia (e.g. Lago Lleu-Lleu). El índice IBH4 para zoobentos arroja buena calidad para los Humedales Lago Lleulleu, Río Toltén, Río Imperial, Lago Budi, Río Mataquito, Río La Ligua, Río Choapa, Río Limarí y Estero Tongoy. Los otros humedales muestran algún grado de deficiencia de calidad ecológica. Los resultados obtenidos muestran que, de los 21 humedales estudiados, 3 humedales se evalúan con una buena salud de ecosistema: el menos intervenido y de mejor calidad es Lago Lleulleu, seguido por Río Toltén y luego por Río Imperial. Otros 9 muestran un estado de deterioro intermedio: Río Elqui, Río Choapa, Estero Nilahue, Lago Vichuquén, Río Maipo, Río Mataquito, Río Maule, Lago Lanalhue y Lago Budi. Finalmente, los 9 restantes evidencian un estado de deterioro importante por una baja concentración de oxígeno (<5mg/L), alta turbiedad, y escasa diversidad, además de baja abundancia de la biota, correspondientes a (ordenados en orden decreciente de calidad): Río Limarí, Río Aconcagua, Laguna el Yali, Estero El Yali, Río Rapel, Estero Tongoy, Laguna Torca, Río La Ligua, y Río Petorca. Los resultados sugieren la existencia de un peligro potencial para los ecosistemas evaluados, de que puedan pasar a una categoría de mayor deterioro de la salud ecosistémica.

Se analiza y discute la inclusión de estos ecosistemas representativos de la zona más poblada en la normativa nacional y otros instrumentos de gestión ambiental.

---

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS ENTRADAS DE HOJARASCA EN RÍOS DE CABECERA**

**JUAN MARTIN<sup>1, 2\*</sup>, FRANCISCO CORREA-ARANEDA<sup>1</sup>, MARÍA ELISA DÍAZ<sup>2</sup>, FRANCISCO CIFUENTES<sup>1, 2</sup>, PABLO CHEUQUEPÁN<sup>1, 2</sup>, CAMILA ORELLANA<sup>1, 2</sup>, ALFREDO ULLOA<sup>1, 2</sup>, XIMENA JAQUE<sup>1</sup> & CARLOS ESSE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios de Hábitat, Universidad Autónoma de Chile; <sup>2</sup>Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [jmartin2015@alu.uct.cl](mailto:jmartin2015@alu.uct.cl)

Las entradas de hojarasca desde los bosques de ribera son la mayor fuente de energía para los ríos de cabecera de todo el mundo, su descomposición tiene efecto sobre el ciclo de nutrientes, la cadena trófica y el funcionamiento del ecosistema. Son pocos los estudios que relacionan las entradas de vegetación con variables vegetacionales y ambientales, por otra parte, el aumento progresivo de la actividad forestal y otro tipo de actividades humanas ejercen una progresiva presión sobre estos. El objetivo fue caracterizar las entradas verticales y laterales de hojas y evaluar su relación con variables vegetacionales y ambientales. El estudio se realizó en ríos costeros Mediterráneos de bajo orden, incluyendo un gradiente de ríos, desde cuencas bien conservadas con bosque nativo, y otras con actividad forestal intensiva. Para estimar la entrada de hojarasca se utilizaron trampas verticales y laterales. Las trampas verticales (n=10) consistieron en redes de 250 cm<sup>2</sup> suspendidas sobre el cauce del río y las trampas laterales (n=10) de 40x30x40 cm y malla de 250 mm se distribuyeron a lo largo de la ribera y fijadas al sustrato. Las muestras se recolectaron cada 3 meses durante las épocas de verano e invierno, fueron transportados al laboratorio, secadas al horno y clasificadas en hojas, ramas, frutos y semillas, considerando la masa total por especie. La información fue complementada con los principales factores climáticos que pueden influir en este tipo de entradas: precipitaciones, viento y humedad, además de variables vegetacionales del bosque de ribera. Nuestros resultados indican que, en las cuencas con dominancia de bosque nativo las entradas en invierno fueron en promedio 66,2 g/m<sup>2</sup>, siendo la especie de mayor aporte *Drimys winteri* (22%); las especies introducidas representan tan solo el 4% (*Pinus radiata*). Para la época de verano, las entradas de hojarasca promediaron 84,5 g/m<sup>2</sup>, siendo la especie con mayor aporte *Saxegothaea conspicua* (20%), mientras que las especies introducidas aportan con 2,82%, *P. radiata* y *Acacia melanoxylon* principalmente. Por su parte, en las cuencas donde predominaba la actividad forestal, los resultados indican que durante el invierno las entradas alcanzaron 207,48 g/m<sup>2</sup>, de estas *D. winteri* representa el 25%; mientras que las especies introducidas alcanzan un 8,5% del total con los aportes de *A. melanoxylon* y *P. radiata*. Durante la época de verano, las entradas alcanzaron 71,9 g/m<sup>2</sup>, siendo la especie con mayor entrada *D. winteri* (59,6%), mientras que las especies introducidas contemplan el 2% de las entradas totales, en su mayoría *P. radiata*. La diversidad de especies presentes en la cuenca con bosque nativo es mayor, 18 especies registradas en época de verano, 16 de ellas son nativas; mientras que en la cuenca con actividad forestal la diversidad disminuye a 13 especies, dos de ellas introducidas, a pesar de la baja proporción de estas últimas, representan un mayor aporte de hojarasca que en las cuencas con bosque nativo. Los factores climáticos fueron predictores importantes de la dinámica temporal de la entrada de hojarasca, aunque los efectos fueron distintos entre las distintas cuencas estudiadas.

---

**COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN HUMEDALES BOSCOSOS DEL SUR DE CHILE**

DANIELA NÚÑEZ\*, M. ELISA DÍAZ, FRANCISCO GÓMEZ-CAPPONI, RICARDO FIGUEROA, CARLOS ESSE & FRANCISCO CORREA-ARANEDA

Laboratorio de Limnología, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. <sup>2</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios del Hábitat (IEH), Universidad Autónoma de Chile. \*E-mail: [danielanunez@ug.uchile.cl](mailto:danielanunez@ug.uchile.cl)

Los humedales cubren un 21,6% de la superficie terrestre y pese a los importantes servicios ecosistémicos que proporcionan, en las últimas cuatro décadas han disminuido en un 35%, perdiéndose tres veces más rápido que los bosques, y siendo América Latina y el Caribe las regiones más afectadas. Las características geográficas, geológicas y climáticas de Chile, propician la existencia de diferentes tipos de humedales, 40 mil ya han sido reconocidos, comprendiendo un 5,9% del territorio nacional. Humedales boscosos (HB), distribuidos en el país entre Coquimbo y Puerto Montt forman islotes que crean diversidad de microhábitats ideales para el desarrollo de macroinvertebrados, organismos de rol fundamental en la transferencia de energía y utilizados en la aplicación de índices bióticos y evaluación de diversidad en monitoreos para conservación y uso racional de humedales. Se realizó una comparación de tres técnicas de muestreo de macroinvertebrados buscando determinar cuál de ellas permite una mejor representación comunitaria. Se colectaron 540 muestras, en cinco humedales boscosos de temu-pitra de régimen hídrico permanente y temporal en la zona Mediterránea de Chile, utilizando núcleos de acero (CO), sustrato artificial (AS) y red de mano (HN). Se obtuvieron 71 taxa, siendo Crustacea, Chironomidae y Oligochaeta los más abundantes. En 4 de 5 humedales, la mayor riqueza, abundancia y diversidad fue capturada con HN ( $p < 0.05$ ), seguida de AS y finalmente CO. Gráficamente el análisis NMDS separó los grupos AS+HN de CO y el análisis de ANOSIM verificó su significancia (R global = 0.177;  $p < 0.03$ ), aunque los mejores ajustes se observaron en humedales permanentes. Los taxa que más aportan a las diferencias entre técnicas fueron *Heterias exul* y *Hyaella araucana*, colectados mayormente con AS y HN; y Chironomidae y Oligochaeta, colectados principalmente con CO. Por lo tanto, el complemento entre técnicas permite una adecuada representación de la fauna bentónica y comprender los cambios en los ensambles de macroinvertebrados relacionados con diferentes técnicas de muestreo es crucial para mejorar la bioevaluación en HB, ecosistemas esenciales para el mantenimiento de las napas freáticas.

---

**INDICADORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE ESTADO TRÓFICO Y LA SALUD DE LOS ECOSISTEMAS DE HUMEDALES DE CHILE: ¿QUÉ NOS ESTAMOS PERDIENDO?**

ALEJANDRO PALMA

Instituto de Filosofía y Ciencias de la Complejidad. E-mail: [apalma@ificc.cl](mailto:apalma@ificc.cl)

Desde 1990 Chile ha desarrollado una serie de estudios en el marco de los Planes de Vigilancia y Monitoreo Ambiental, aplicando una gran cantidad de metodologías con miras de evaluar y establecer la calidad ecológica de los sistemas límnicos de Chile. Un indicador ambiental puede definirse como una medida física, química, biológica, social o económica, que reporta información importante sobre un factor ambiental particular. Los indicadores ambientales pueden ser cuantitativos o cualitativos, dependiendo de la naturaleza de la medición o apreciación. La implementación de estos indicadores puede tener un origen Top-down o desde arriba, correspondiente a los organismos de Estado (Gobierno, Ministerio, Políticas Públicas) o Bottom-up, o desde abajo, correspondiente a la Academia, Científicos, Universidades, Organizaciones Ciudadanas, Sociedades (y donde la SCL debiera ser un actor de gran relevancia). No importa desde dónde provenga la implementación de estos estudios, la logística que involucra la incorporación, el desarrollo, la implementación, el correcto desarrollo metodológico y sus correctas conclusiones es algo que muchas veces no se ha considerado en toda su plenitud, dificultando que muchas de estas iniciativas logren cumplir con el objetivo planteado, y generando en variadas ocasiones gran controversia respecto de los resultados y conclusiones obtenidos. Desde la falta de especialistas, hasta la falta de presupuesto para la implementación de los indicadores adecuados, pasando por la gran cantidad de tipos de estudios (Evaluaciones de Impacto Ambiental, Evaluación de Riesgo Ecológicos, Evaluación de Estado Ecológico, Evaluación de Estado Trófica, Evaluación de Salud del Ecosistema), e indicadores y herramientas para estos estudios tales como Tipologías de Cuerpos de Agua, Bioensayos, Bioindicadores, Análisis de Parámetros Normados y por Normar, Análisis de Nutrientes y Clorofila a, Relación de CF/EF entre muchos otros disponibles, es necesario replantear un plan estratégico que nos permita desarrollar y hablar un mismo idioma como país, desde aquellos que implementan las políticas y programas de estudio, hasta quiénes y cómo las desarrollan, actualmente en manos de consultoras privadas especializadas mayoritariamente en líneas de base.

---

**EFFECTOS CELULARES DE LA *Didymosphenia geminata* EN LÍNEAS CELULARES  
DERIVADAS DE SALMONIDOS**

JORGE PARODI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LABCeMA, Universidad Mayor, Temuco, Chile. E-mail: [jorge.parodi@umayor.cl](mailto:jorge.parodi@umayor.cl)

*Didymosphenia geminata* (*D. geminata*) es una especie de diatomeas (~ 100 micrones de largo) que se ha identificado molecularmente en los ríos del sur de Chile. Hemos desarrollado un sistema de río artificial para mantener el material de estudio de *D. geminata* y evaluar los efectos del agua contaminada con esta diatomea sobre la viabilidad de las líneas celulares de peces. Los resultados indican que las células CHSE-214 son sensibles al aumento de las concentraciones de extracto de *D. geminata*, reducción de la viabilidad de cultivo en un 50% cuando se exponen durante 24 horas en un 0.01V / V disolución y reducción de la capacidad proliferativa en un 70% en una curva temporal de 5 días. Las células SHK-1 demostradas una sensibilidad más baja, que presenta una disminución del 20% de viabilidad en 24 horas y una menor tasa de proliferación celular por día 5, pero más alto que el de las células CHSE-214. Ambas líneas fueron afectadas por la exposición a los extractos de *D. geminata*, pero las CHSE-214 fueron más sensibles a los polifenoles extraídos de las microalgas. Podemos concluir que ciertos tipos de células son sensibles a *D. geminata* en los ríos, lo que significa que deben observarse efectos crónicos en especies acuáticas contaminadas con esta diatomea. Efectos de esta plaga a nivel celular pueden ser más estudiadas para comprender su impacto en los ecosistemas fluviales.

---

**ESTRUCTURACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y GRUPOS FUNCIONALES EN UN RÍO DE CARÁCTER URBANO DE CHILE CENTRAL: “EL RÍO MAPOCHO”**

**PABLO ROJAS<sup>1,\*</sup>, MARÍA CATALINA SABANDO, CLAUDIO QUEZADA-ROMEGIALLI & IRMA VILA PINTO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ecológicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*E-mail: [pablo.rojas.biologia@gmail.com](mailto:pablo.rojas.biologia@gmail.com)

En la actualidad los sistemas lóticos mediterráneos han sido altamente modificados y contaminados por actividades de tipo antrópico, afectando la estructuración de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Esta investigación tuvo como objetivo determinar la estructuración de macroinvertebrados bentónicos y grupos funcionales alimentarios en el eje longitudinal del río Mapocho y su relación con los factores ambientales (calidad de agua, hidromofológicos y oferta de alimento). Se realizaron dos campañas de muestreo, otoño y primavera del 2018 recolectando muestras de calidad del agua, materia orgánica y macroinvertebrados bentónicos en seis estaciones del río Mapocho. Mediante la prueba no paramétrica ANOSIM se evaluó la significancia de las diferencias entre las comunidades y por medio del análisis de correspondencia canónica se determinaron las variables que explicarían la mayor variación de estas a lo largo del eje longitudinal del río. Nuestros resultados muestran que las taxa más representativas fueron Baetidae (41.15%), Chironomidae (38.02%) y Oligochaeta (29.63%), dominando el grupo funcional colector. Aun así, encontramos una baja similitud en la estructuración de las comunidades macroinvertebrados bentónicos (ANOSIM,  $R= 0.969$ ;  $p < 0.05$ ) la que estaría influenciada principalmente por las concentraciones de nitrato, nitrito, amonio y fosfato del río. En Conclusión, encontramos diferencias significativas en la estructuración de las comunidades de macroinvertebrados en el eje longitudinal de río Mapocho. En este sentido las estructuraciones de los grupos funcionales responden principalmente a los cambios físico-químicos de la calidad del agua y no por cambios hidromofológicos o por la oferta de alimento disponible del lugar. Aunque exista una elevada intervención en todo el trayecto del cauce del río, el sistema logra un estado ecológico capaz de mantener una comunidad acuática compuesta por taxa con un alto valor en endemismo. El río cumple con los modelos predictivos, permitiéndonos entender mediante una mirada holística la estructuración de los grupos funcionales, su dinámica trófica y el estado actual del sistema fluvial del río Mapocho.

---

**ESTUDIO MULTICRITERIO Y PROPUESTA PILOTO PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE CONTROL MECÁNICO DE MACRÓFITAS EXÓTICAS INVASORAS EN LAGOS. ESTUDIO PILOTO EN EL LAGO LANALHUE, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE**

MAURICIO TRONCOSO<sup>1,\*</sup>, GONZÁLEZ PABLO<sup>1</sup>, PEÑA SAMUEL<sup>1</sup>, LARA TAMARA<sup>1</sup>,  
CARRASCO ROBINSON<sup>1</sup>, JIMÉNEZ M. CECILIA<sup>2</sup>& CORNEJO CRISTIAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Regional de Estudios Ambientales-Universidad Católica de la Santísima Concepción. Secretaria Regional Ministerial de Medio Ambiente del Biobío<sup>2</sup>. \*E-mail: [mtroncoso@ucsc.cl](mailto:mtroncoso@ucsc.cl)

Las invasiones biológicas son un componente importante del cambio global y una gran amenaza para la conservación de la biodiversidad. En Chile, *Egeria densa* ha sido una de las plantas invasoras más ampliamente distribuidas, donde el lago Lanalhue (Región del Biobío), se ha visto particularmente afectado en el último tiempo, creándose así un plan de contingencia para su control. Es por esto que, en conjunto con la Secretaria Regional Ministerial de Medio Ambiente del Biobío, el Gobierno Regional de la región del Biobío a través del Fondo Regional de Desarrollo “Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco”, el Centro Regional de Estudios Ambientales (CREA-UCSC), realizaron un estudio para el manejo de *Egeria densa* en el lago Lanalhue. El objetivo fue crear una propuesta piloto para un manejo mecánico adecuado de *E. densa*, y de esta manera disminuir el impacto que esta acción provoca. Para ello se estableció la profundidad de crecimiento de *E. densa* y de manera aproximada, la cobertura y biomasa tanto para verano como para invierno. Mediante modelación SIG, se establecieron las zonas propicias para su distribución y realización del corte mecánico, además, aquellos sitios que no pueden ser intervenidos por la acción mecánica, y aquellos sitios propicios para la corta según capacidad técnica de las máquinas y el tipo de uso del sector. El estudio consideró, además, el consumo aproximado de nutrientes que esta especie ejercería en el lago y por tanto el tonelaje que podría extraerse sin perjudicar la condición trófica del lago Lanalhue.

---

**RELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL ENTRE LA COMUNIDAD DE MICROALGAS PERIFÍTICAS Y LAS VARIABLES AMBIENTALES EN RÍOS DE BAJO ORDEN**

ALFREDO ULLOA<sup>1,2\*</sup>, M. ELISA DÍAZ<sup>2</sup>, PABLO CHEUQUEPÁN<sup>1,2</sup>, JUAN MARTÍN<sup>1,2</sup>, FRANCISCO CIFUENTES<sup>1,2</sup>, CAMILA ORELLANA<sup>1,2</sup>, XIMENA JAQUE<sup>1</sup>, CARLOS ESSE<sup>1</sup>, FRANCISCO CORREA-ARANEDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios de Hábitat, Universidad Autónoma de Chile, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [aulloa2014@alu.uct.cl](mailto:aulloa2014@alu.uct.cl)

A escala global, los sistemas acuáticos de agua dulce, principalmente en las cabeceras de las cuencas han sufrido importantes alteraciones producto de diversas actividades antrópicas, como las plantaciones forestales, la agricultura, ganadería, minería, las cuales han producido degradación y modificación del hábitat de los organismos acuáticos. La comunidad de microalgas perifíticas (MP) son un componente clave en estos ecosistemas, debido a su capacidad de transformar nutrientes, absorber y almacenar metales, y por ser una de las principales fuentes de ingreso de energía y materia orgánica en los ríos de bajo orden. El presente estudio tiene como objetivo analizar los patrones de distribución temporal y espacial de la comunidad de MP en relación a las variables ambientales de ríos de bajo orden. Para ello se realizaron campañas de terreno durante las épocas verano (febrero) e invierno (julio), donde se colectaron MP del sustrato y registraron las variables ambientales desde la columna de agua. Posteriormente en el laboratorio se identificaron y cuantificaron las microalgas y analizaron muestras de agua para determinar variables ambientales como la temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l), saturación de oxígeno (%), pH, salinidad (%), conductividad (µS/cm), potencial redox, penetración de la luz (%), materia orgánica particulada gruesa (%), ancho del lecho del río (m), profundidad (m), sólidos totales disueltos (mg/l), velocidad de la corriente (m/s), caudal (m<sup>3</sup>/s), nitrógeno total (mg NT/l), amonio (mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l), nitrito (mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/l), nitrato (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l) y fósforo total (mg PT/l). Además, se analizaron variables a escala de cuenca como el uso de suelo. No se registraron diferencias significativas en la densidad total de la comunidad de MP en las épocas de estudio (R Global= 0,029 *p*= 0,1), pero si la densidad total presento diferencias significativas entre los diferentes usos de suelo (R Global= 0,133 *p*= 0,002), como el bosque nativo y las plantaciones forestales. Las variables ambientales que mayormente influyeron en los patrones de distribución de la comunidad de microalgas fueron el potencial redox, la materia orgánica particulada gruesa y el ancho del lecho del río (*rho*= 0,294 *p*= 0,01). Por lo tanto los patrones de distribución de la comunidad de microalgas no se diferencian significativamente entre las épocas, si no que estas dependen de los usos de suelo.

---

**PATRONES DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN *Galaxias platei* (PISCES,  
GALAXIIDAE)**

**IVÁN VALDEBENITO\***, CRISTIAN MORENO, MATÍAS VALDEBENITO & ELÍAS FIGUEROA

Universidad Católica de Temuco. Depto. Cs. Agropecuarias y Acuícolas. Temuco-Chile.

\*E-mail: [ivisler@uct.cl](mailto:ivisler@uct.cl)

El puye grande (*Galaxias platei*) es un pequeño pez nativo con poblaciones de aguas límnicas del Sur de Chile y de países circunantárticos, cuyas poblaciones naturales se encuentran sometidas a una permanente acción depredadora de salmónidos introducidos en Chile con fines deportivos y/o fugado de las balsas jaulas de cría, esto ha reducido drásticamente las poblaciones naturales, las que hoy día se encuentran “vulnerables”. La información disponible respecto de la biología reproductiva de esta especie es escasa y se desconoce la espermatología de la especie. El objetivo de la presente investigación fue estudiar los patrones de motilidad espermática del puye grande en condiciones de cultivo experimental en el Sur de Chile. Se realizó una caracterización de los patrones de movilidad espermática con especímenes que alcanzaron su madurez sexual en cautiverio determinando el efecto en la motilidad espermática del almacenamiento, la temperatura y salinidad. Los resultados muestran que en el puye grande el espermatozoide se encuentra inmóvil en el fluido seminal, la actividad flagelar se inicia sólo después de la dilución en un medio acuoso, presentando una actividad flagelar intensa durante los primeros 10s de activación. El semen puede ser almacenado en Stopmilt® por hasta siete días. El mayor tiempo de motilidad se registró en el Control (activación con agua de río) y T4 (activación con Powermilt®) con una duración promedio de  $23 \pm 3s$  cada uno. Al comparar el Control con los demás tratamientos se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas sólo con T1 (suero fisiológico), T3 (agua destilada) y T6 (agua de río a 10°C). La mayor intensidad de la motilidad se evidenció en T4 con una moda de nivel 5 y el menor valor se observó en T1 y T2 (solución salina 0,49%). *G. platei* presenta un periodo corto de actividad flagelar y éste se observa muy sensible a factores ambientales como la salinidad y temperatura. Es posible almacenar el semen por hasta siete días con actividad flagelar más prolongada que el semen fresco. Los resultados obtenidos en la presente investigación serán la base de futuras investigaciones que permitirán optimizar aún más el manejo reproductivo de esta especie en condiciones de cultivo con fines comerciales, de repoblamiento, científico y/o docentes.

---

**NIVELES DE EUTROFICACIÓN EN 8 LAGOS DEL SUR DE CHILE CON ACTIVIDAD ACUÍCOLA ENTRE 2014 y 2017**

**RODRIGO VERA<sup>1,\*</sup>, CLAUDIA PÉREZ<sup>1</sup>, NICOLE PESSE<sup>1</sup>, CAROLINA OYARZO<sup>1</sup> & LILIAN DIAZ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Fomento Pesquero, Balmaceda 252, Puerto Montt, Chile.

\*E-mail: [rodrigo.vera@ifop.cl](mailto:rodrigo.vera@ifop.cl)

IFOP ha realizado un monitoreo que incluye el estudio de 8 lagos del sur de Chile con actividad acuícola con la finalidad de evaluar las variaciones en la concentración de nutrientes y abundancia de fitoplancton a través del tiempo y determinar finalmente si han cambiado sus niveles de eutroficación y la posible relación de las variables físico-químicas con las biológicas (Cl-a y fitoplancton). Se han recolectado datos desde 2014 a 2017 de temperatura, pH, conductividad, concentración de oxígeno en la columna de agua, Nitrógeno total, Fósforo total, Clorofila-a y abundancia de fitoplancton mediante botellas Niskin, multiparamétricos, CTDOF y redes en los lagos araucanos Ranco, Puyehue, Rupanco, Llanquihue, Chapo y los patagónicos Yelcho Riesco y Sofía en el sur de Chile. Cada lago fue muestreado una vez al año con entre 3 a 13 estaciones de muestreo en cada lago y cada una de estas estaciones en por lo menos 3 profundidades (1240 muestras aprox). Para determinar posibles relaciones entre los nutrientes, factores físico-químicos y clorofila-a se llevaron a cabo análisis de boxplot y de regresiones múltiples, además de análisis de Bioenv (tomando solo datos sobre los 40m de profundidad) buscando relacionar las variables ambientales con las abundancias en la comunidad fitoplanctónica en cada lago. Los resultados nos indican que los mejores modelos obtenidos de las regresiones múltiples por lago son significativos solo en primavera para los lagos araucanos y en verano para los lagos patagónicos y en general las concentraciones de clorofila-a responden a la temperatura, conductividad, concentraciones de oxígeno y fosforo total de la columna de agua. Una vez determinada la significancia de los modelos de clorofila-a para primavera y verano se procedió a seleccionar las variables en estas épocas del año según corresponda (Lago Araucano o Patagónico) y se comparó con las abundancias fitoplanctónicas para la época obtenidas a la misma profundidad (40m). Los resultados de los análisis Bioenv indican que las mejores correlaciones (entre 0.46 y 0.74) para la comunidad fitoplanctónica, tienen relación con la concentración de oxígeno de la columna de agua y los nutrientes. Se evalúan las principales taxa fitoplanctónicas y su abundancia por lago y como estas varía durante los años del estudio discutiéndose su relación con los parámetros físico químico y nutriente. Si bien los 8 lagos aún se mantienen oligotróficos, existen indicios de que esto pueda cambiar, si la carga de nutrientes sigue aumentando.



# RESÚMENES DE PRESENTACIONES (EX PANELES)

---

**DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DE FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS  
PLANCTÓNICAS EN EL CENTRO-SUR DE CHILE**

VIVIANA ALMANZA<sup>1,\*</sup>, PABLO PEDREROS<sup>1</sup>, TAMARA LARA<sup>1</sup>, DENISE  
ÁLVAREZ<sup>1</sup>, PAULINA LOBOS<sup>1</sup>, OSCAR PARRA<sup>1</sup>, MARYSOL AZOCAR<sup>2</sup> &  
ROBERTO URRUTIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Dirección General de Aguas. \*E-mail: [valmanza@udec.cl](mailto:valmanza@udec.cl)

En los últimos años se ha registrado un aumento de floraciones de cianobacterias en lagos, ríos y embalses del centro y sur de Chile. En este trabajo, estudiamos la distribución y frecuencia de las floraciones de cianobacterias en ecosistemas acuáticos continentales (loticos y lénticos) utilizados para actividades recreativas, cultivo de peces y/o como suministro de agua potable e identificamos las variables (físicas, químicas y biológicas) que influyen en la formación y desarrollo de las floraciones. Se examinaron datos de la comunidad fitoplanctónica de 32 cuerpos de agua localizados entre 34 - 41°S los que son monitoreados anualmente por la Dirección General de Aguas (red monitoreo de fitoplancton entre los años 2011 y 2019), así como por el Centro EULA. Los resultados muestran la dominancia de las cianobacterias en ecosistemas meso y eutróficos, y de Ochrophyta y Bacillariophyta en cuerpos de agua oligotróficos. Se registraron 17 cuerpos de agua con presencia de floraciones y 43 diferentes eventos de floraciones de 9 géneros diferentes, principalmente de *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece* y *Microcystis*. *Dolichospermum* fue el género más abundante, frecuente y ampliamente distribuido. Esta cianobacteria fijadora de nitrógeno forma floraciones en ecosistemas oligotróficos y eutróficos. En general, la temperatura, la concentración de nitrógeno y fósforo total y la conductividad son los principales parámetros que influyen en la formación de las floraciones. Las proyecciones del cambio climático en el centro-sur del país y la contaminación por nutrientes indican cambios en los lagos y sus cuencas que serán propicios para el incremento en la distribución y frecuencia de las floraciones. En Chile no existen normativas específicas para las aguas recreativas y de consumo por la presencia de cianobacterias y cianotoxinas, de manera que la mayoría de las plantas de tratamiento de agua potable no cuentan con el análisis de cianobacterias o cianotoxinas como rutina, ni con tecnología de tratamiento para su remoción. A partir de los resultados, se concluye que las floraciones de cianobacterias en los cuerpos de agua del país representan una problemática ambiental emergente y un riesgo potencial para la salud tanto de los seres humanos como de los animales.

---

**FORMANDO CENTINELAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL LAGO  
VILLARRICA**

ALUMNOS COLEGIO "CARLOS HOLZAPFEL"<sup>1</sup>, MAJORIE VIDAL<sup>1</sup>, STEFAN  
WOELFL<sup>2,\*</sup>, ANA LORCA<sup>3</sup>, JORGE NIMPTSCH<sup>2</sup>, LUCIANO CAPUTO<sup>2</sup> & PABLO  
FIERRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Complejo Educacional Carlos Holzapfel, Variante Camino Internacional 970, <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile.

\*E-mail: [swoelfl@uach.cl](mailto:swoelfl@uach.cl)

Este proyecto de vinculación con el medio tiene como objetivo formar personas competentes (centinelas) con conductas de responsabilidad y autoconciencia respecto a la conservación el medio acuático en general y del Lago Villarrica y su cuenca en especial. Adquiriendo conocimientos teóricos y prácticos para monitorear la calidad de ambientes lacustres (lago, ríos) utilizando indicadores biológicos, físicos y químicos claves. La idea principal es capacitar a estudiantes secundarios del grupo de Ciencias "Vigilantes del Lago" del Complejo educacional "Carlos Holzapfel" en el uso de técnicas e indicadores que den cuenta del estado de Conservación del Lago Villarrica relevando el rol ciudadano en el cuidado y sustentabilidad de estos ambientes acuáticos. El proyecto está diseñado para realizar actividades prácticas y de discusión relacionada con el conocimiento del ecosistema acuático (Lago Villarrica, ríos) a partir de los componentes biológicas, físico y químicas y sus interacciones más relevantes en este cuerpo de agua; utilizando métodos y técnicas básicos con instrumentos de uso habitual en Limnología que permiten conocer el estado de conservación del recurso. Las actividades se realizan principalmente en el Laboratorio de Limnología del Colegio Carlos Holzapfel de Pucón.

Hasta ahora, se han realizados varias reuniones de trabajo entregando conocimientos básicos sobre el funcionamiento del ecosistema del lago Villarrica y la biota que vive en este lago. En este sentido se revisaron muestras tomadas del lago Villarrica para aprender distinguir diferentes grupos planctónicos como algas y especialmente zooplancton. Un fin de esta actividad es elaborar una guía de plancton para lo cual se presenta algunas fotos de especies encontradas hasta ahora.

Financiamiento: UACH, Dirección de extensión

---

**CAMBIOS EN EL ESTADO TRÓFICO DEL LAGO LANALHUE DURANTE EL ÚLTIMO SIGLO EVIDENCIADO A TRAVÉS DEL REGISTRO SEDIMENTARIO**

DENISSE ÁLVAREZ<sup>1,2,\*</sup>, TAMARA LARA<sup>1</sup>, VIVIANA ALMANZA<sup>1</sup>, PABLO PEDREROS<sup>1</sup>, FERNANDO TORREJÓN<sup>1</sup>, NATHALIE FAGEL<sup>3</sup> & ROBERTO URRUTIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Chile. <sup>3</sup>AGEs, Department of Geology, University of Liège, Liège, Belgium. \*E-mail: [dealvarez@udec.cl](mailto:dealvarez@udec.cl)

Si bien la contaminación por nutrientes a un lago mediante actividades agrícolas y urbanas es bien conocida, su manejo no asegura la recuperación ni el tiempo de respuesta del lago. No obstante, bajo un enfoque paleolimnológico es posible realizar un seguimiento de los cambios en estos ecosistemas lacustres. El lago Lanalhue presenta una alta influencia antrópica y proporciona varios servicios ecosistémicos a la comunidad, de ahí la preocupación por su protección. Actualmente, el lago se encuentra en un estado mesotrófico, aunque antecedentes de 1997 indican que presentaba un estado eutrófico. El objetivo de este trabajo fue identificar cambios en las condiciones tróficas del lago en los últimos 100 años, a través de las variaciones en las comunidades de diatomeas presentes en registros sedimentarios lacustres. Se extrajeron núcleos de sedimento a 28 m de profundidad usando un muestreador Uwitec. En laboratorio, los núcleos fueron seccionados y las submuestras utilizadas para análisis radioisotópicos (<sup>210</sup>Pb, <sup>137</sup>Cs), sedimentológicos y diatomológicos. La edad del núcleo se estableció aplicando el modelo CRS, el cual fue validado con <sup>137</sup>Cs. La información paleolimnológica fue relacionada con información histórica de la zona para explicar las posibles causas de los cambios observados en el lago. El modelo de edad permitió establecer una tasa de sedimentación de 0.3 cm/año. La comunidad de diatomeas estuvo compuesta predominantemente por especies de los géneros *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Staurisira*, *Discostella*. El análisis clúster (CONISS) aplicado a la comunidad de diatomeas permitió distinguir tres zonas: Z- I (1914-1964), Z- II (1967 - 1999) y Z- III (2000 – 2011), siendo la composición de diatomeas de esta última distinta a Z-I. El lago Lanalhue mantuvo una condición relativamente natural hasta mediados de 1960, donde el cambio de uso de suelo agrícola a forestal habría favorecido un aumento en el nivel trófico (eutrofia). Alrededor del año 2000 el lago cambia a un estado mesotrófico, que coincidiría con un corto periodo de bajas concentraciones de fósforo, la ocurrencia de *Egeria densa* y la preocupación de la comunidad por proteger el lago. Lo anterior demuestra que este ecosistema puede responder favorablemente a las medidas de protección que se apliquen en su cuenca, sin embargo, la composición de diatomeas tiende a ser distinta a lo observado en su condición natural. Esta investigación fue financiada parcialmente por CONICYT/FONDAP 15130015.

---

**VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y DIVERSIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES DE “DIDYMO”: UN CONTRASTE INTER-HEMISFERICO**

LUCIANO CAPUTO\*, VICTORIA SUESCUN, ÁLVARO FIGUEROA, RUBÉN LADRERA, DANIEL QUIJANO & LEYLA CÁRDENAS

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. \*E-mail: [luciano.caputo@uach.cl](mailto:luciano.caputo@uach.cl)

*Didymosphenia geminata*, también conocido como Didymo o moco de roca, es una diatomea bentónica que ha invadido exitosamente ríos oligotróficos en las distintas ecorregiones del mundo. En base a diagnosis morfológica se reconocen 22 especies pertenecientes al género *Didymosphenia*. Actualmente para este género de diatomea existe información genética fragmentaria o inexistente lo que dificulta estudiar el proceso de invasión global de esta microalga. Diversos estudios señalan que el rango nativo de la cepa invasora “Didymo” correspondería a ríos circumboreales de Europa. El objetivo de este estudio fue estimar la diversidad genética de las poblaciones de “*Didymosphenia geminata*” colectadas en ríos de Chile, España, Canadá y Siberia y comparar dicha información con la variación morfológica de las poblaciones células de “Didymo” entre las ecorregiones de ríos. Para evaluar la diversidad genética de las muestras construimos una red de haplotipos en base al gen mitocondrial Citocromo b. Para el análisis morfométrico medimos los principales descriptores morfológicos de los frústulos en base a imágenes digitales. Esta matriz de datos fue analizada mediante un análisis de componentes principales para visualizar la eventual existencia de patrones geográficos de variación de tamaños de esta diatomea. Los resultados revelan que las muestras de Canadá, Chile, España y Siberia comparte un morfotipo común de Didymo que es determinado como *D. geminata* usando diagnosis taxonómica como información genética. Para el caso específico de las muestras de Siberia detectamos la presencia de un segundo morfotipo de Didymo que cohabita el sistema fluvial de estudio. Si bien este segundo morfotipo de Didymo es adscrito a *D. geminata* usando caracteres morfológicos, esto no se corresponde con la información genética disponible. Por otro lado, entre las ecorregiones existe solapamiento en los rangos de tamaños de ambos morfotipos de “Didymo”, situación que alerta sobre la necesidad de contar con información genética y taxonómica para estudiar el complejo proceso de invasión de esta diatomea frente a la potencial presencia de especies crípticas del género.

Financiamiento: Fondecyt N° 1170591

---

**RESPUESTA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÓNICOS EN RÍOS DE BAJO ORDEN, SOMETIDOS A DISTINTOS  
NIVELES DE ACTIVIDAD FORESTAL**

FRANCISCO CIFUENTES<sup>1,2\*</sup>, FRANCISCO CORREA-ARANEDA<sup>1</sup>, M. ELISA DÍAZ<sup>2</sup>,  
JUAN MARTÍN<sup>1,2</sup>, PABLO CHEUQUEPÁN<sup>1,2</sup>, CAMILA ORELLANA<sup>1,2</sup>, ALFREDO  
ULLOA<sup>1,2</sup>, XIMENA JAQUE<sup>1</sup> & CARLOS ESSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios de Hábitat, Universidad Autónoma de Chile; <sup>2</sup>Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [fcifuentes2012@alu.uct.cl](mailto:fcifuentes2012@alu.uct.cl)

Los macroinvertebrados bentónicos (MIB) han sido reconocidos como indicadores de la calidad biológica de los sistemas acuáticos fluviales desde hace varias décadas. Especialmente por su distribución cosmopólita, diversidad y sensibilidad, lo que les permite adaptarse a características muy definidas de calidad de agua, respondiendo a varios tipos de perturbaciones y contaminantes, reflejando el efecto integrado de todas las variables ambientales. El objetivo de nuestro estudio fue analizar la variación espacial de la comunidad de MIB en ríos de bajo orden, sometidos a distintos niveles de actividad forestal. Se seleccionaron 10 ríos costeros de bajo orden ubicados en la Zona Mediterránea-Costera, entre las Regiones del Biobío y La Araucanía cuyas cuencas están sometidas a distintos niveles de actividad forestal. Para caracterizar las comunidades de MIB se realizó un muestreo durante la época de verano utilizando redes Surber (250 µm de abertura de malla, 0.9m<sup>2</sup> de superficie), considerando 6 réplicas en cada uno de los ríos. Las muestras obtenidas fueron fijadas y trasladadas a laboratorio para su análisis. Desde la columna de agua se midieron variables ambientales *in situ* y se tomaron muestras de agua para analizar en laboratorio. Según los resultados obtenidos, se registraron 46 familias pertenecientes a 14 órdenes dentro de los 10 ríos estudiados. Los grupos taxonómicos con mayor presencia son Diptera, con las familias Athericidae, Ceratopogonidae, Chironomidae y Simuliidae, Trichoptera, con las familias Ecnomidae, Hydropsychidae y Sericostomatidae, Coleoptera con las familias Elmidae y Psephenidae. Los patrones de distribución de la comunidad estuvieron determinados por gradientes de fósforo, salinidad, penetración de la luz y velocidad de la corriente, estos relacionados con los distintos usos de suelo presentes en las cuencas estudiadas.

---

**COMPARACIÓN DE LA FLORA MICROBIANA DE DOS LAGOS  
NORDPATAGÓNICOS CON DISTINTOS ESTADOS TRÓFICOS**

ÁNGEL CONTRERAS & PATRICIO DE LOS RÍOS

Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas. Universidad Católica de Temuco.

\*E-mail: [acontrer@uct.cl](mailto:acontrer@uct.cl)

Las alteraciones en las cuencas de los lagos del norte de la Patagonia chilena contemplan reemplazo de bosque nativo por zonas de uso urbano, turístico y/o industrial que impactan en los estados tróficos del cuerpo de agua encontrando en la misma región tanto lagos oligotróficos como es el caso del Lago Caburga y lagos con transición de oligotrofia a mesotrofia como el lago Villarrica. Este trabajo contribuirá al conocimiento de los componentes microbiológicos del ecosistema lacustre que incluyen la presencia y abundancia de la flora microbiana natural e introducida. Contribuir al conocimiento de la microflora de los lagos oligotróficos y lagos en transición de oligotrofia a mesotrofia del Norte de la Patagonia chilena. La cuantificación de las bacterias aerobias se determinó por la técnica de vertido en placa y la concentración de bacterias Coliformes totales (TC) y Coliformes fecales (FC) se cuantificó mediante la técnica de fermentación en tubos múltiples (APHA, 1992; Astorga et al., 1998). Los datos se analizaron estadísticamente con el Test de Levene y la prueba T. Respecto de la cuantificación y comparación de las bacterias aerobias mesófilas, Coliformes totales y Coliformes fecales se obtuvieron diferencias entre los dos lagos muestreados con valores estadísticamente significativos. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas de la microflora de un lago oligotrófico respecto de uno en transición de oligotrofia a mesotrofia considerando del recuento de bacterias aerobias mesófilas, bacterias Coliformes Totales y Coliformes Fecales. La abundancia de la microflora se correlaciona con el estado trófico de los cuerpos de agua. Esto entrega un valioso insumo al momento de tomar decisiones respecto de las estrategias a implementar para mitigar la disminución en la calidad del recurso agua.

---

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MAULE A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DIATOMOLÓGICAS (BACILLARIOPHYTA), PARA EVIDENCIAR LOS EFECTOS GENERADOS POR LA OCURRENCIA DE UN INCENDIO DE GRAN MAGNITUD EN SU CUENCA**

FABIOLA CRUCES<sup>1,\*</sup>, CRISTIAN CONTRERAS<sup>1</sup>, ALBERTO ARANEDA<sup>2</sup>, MAURICIO AGUAYO<sup>2</sup>, PATRICIO RIVERA<sup>1</sup> & ENRIQUE ASCENCIO<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Depto. de Botánica, Fac. de Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

<sup>2</sup>Fac. de Cs. Ambientales, Universidad de Concepción. \*E-mail: [fcruces@udec.cl](mailto:fcruces@udec.cl)

Los sistemas fluviales se encuentran de forma permanente sometidos a influencias externas tanto naturales como antropogénicas, los cuales pueden alterar su calidad del agua a través del tiempo. Entre estas influencias, los incendios forestales producen importantes cambios en la cobertura vegetal de la cuenca, arrastre de sedimentos y en las características físicoquímicas del agua. De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios en la calidad del agua del río Maule, como consecuencia de un mega incendio ocurrido en su cuenca durante el mes de febrero de 2017. Para esto, se establecieron cinco sitios de muestreos en la parte baja del río, donde se concentra el área más afectada por la acción del fuego, y durante los meses de marzo y diciembre de 2017 se procedió a recolectar muestras de diatomeas bentónicas, se midieron parámetros *in situ* (temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto), y se tomaron muestras de agua para el análisis de aquellos parámetros que requieren su determinación en laboratorio (nutrientes, sólidos suspendidos y otros); además se determinaron los usos de suelo de la cuenca. Con los resultados de las comunidades diatomológicas se determinaron índices comunitarios y se calcularon los índices diatomológicos de calidad de agua TDI y GDI. Por otra parte, los resultados biológicos, físicoquímicos y de uso del suelo fueron analizados a través de un análisis multivariado, para establecer las variables ambientales que tienen mayor influencia sobre la composición de las comunidades de diatomeas en el río. Los resultados obtenidos permiten señalar que la diversidad de las comunidades diatomológicas presentes en el río fue mayor durante el mes de marzo, y que de acuerdo a los índices diatomológicos, el río presentaría una calidad del agua entre buena y moderada. Respecto al análisis multivariado se estableció un agrupamiento de los sitios de muestreo, donde claramente los sitios más afectados por el incendio se separan de aquellos que están aguas arriba o aguas abajo de éstos. Finalmente es posible señalar que la variable que tiene mayor influencia en los sitios afectados por el fuego es el manganeso, y las diatomeas más importantes en estos sitios fueron *Nitzschia palea* y *Fragilaria vaucheriae*.

---

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *Brachygalaxias bullocki* (REGAN) EN EL CENTRO SUR DE CHILE**

**CÉSAR CUEVAS PALMA<sup>\*</sup>, KATERINA GONZÁLEZ & DYLAN RUBIO**

Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, Universidad Católica de Temuco.

\*E-mail: [cesar.cuevas@uct.cl](mailto:cesar.cuevas@uct.cl)

La especie *Brachygalaxias bullocki* es un pez nativo y endémico, de tamaño que llega hasta los 6 cm en los ejemplares más grandes. Esta especie está categorizada como Vulnerable, según los criterios B2ab (iii), por el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente. Esto significa que su presencia es menor a 2000 km<sup>2</sup> y su hábitat ha sido severamente degradado. Aquí, hipotetizamos que la presencia de esta especie es mayor a lo documentado y que su no detección se debe a una estrategia, relacionada a la utilización de aguas subterráneas para su desplazamiento. Para actualizar su área de distribución se consultó literatura histórica, publicaciones recientes y nuevos registros provenientes de campañas de terreno realizadas entre el año 2015 al 2019. Además, se trabajó con ArcGis para geo-referenciar y generar mapas de distribución actualizados y confiables. Los resultados muestran que la especie está presente en un amplio rango de ambientes y que aún persiste en lugares donde se hipotetizó que estaba extinta. Adicionalmente, se reportan nuevas localidades donde la especie se encuentra en estado saludable, y otras, donde a pesar de la existencia de contaminación y del hábitat degradado se encuentra presente, corroborando que es una especie muy tolerante a condiciones de hábitat adversas. Finalmente, se concluye que la extensión de la presencia de la especie es mayor a la documentada en la literatura, y que su categoría de conservación debiera ser revisada a la luz de la nueva información presentada en este trabajo.

---

**EVALUACIÓN DE LA GENOTOXICIDAD DE ELUTRIADOS DE SEDIMENTOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA, EN LA REGIÓN DE VALPARAISO, CHILE CENTRAL**

ALEJANDRA DIETERICH G & HERNÁN GAETE\*

Escuela de Ingeniería en Medioambiente, Facultad de Ingeniería. Universidad de Valparaíso. Av. Brasil, # 2140, Valparaíso, Chile. \*E-mail: [hernan.gaete@uv.cl](mailto:hernan.gaete@uv.cl)

El estero Limache, localizado en la Región de Valparaíso está en Categoría I para la conservación de la biodiversidad, presenta una fuerte presión antrópica principalmente agrícola y expansión urbana. En este trabajo se postula que los sedimentos de este ecosistema contienen agentes químicos en concentraciones biodisponibles potencialmente tóxicos para los organismos acuáticos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto genotóxico de elutriados de sedimentos del estero Limache. Para ello, se colectaron sedimentos en cinco estaciones con diferentes grados de antropización. In situ se midieron: pH, conductividad eléctrica, redox, sólidos disueltos totales y temperatura. En tanto, en laboratorio en los elutriados de los sedimentos se determinaron las concentraciones de fosfatos, nitratos, cobre total, en los sedimentos materia orgánica y granulometría. La genotoxicidad se determinó a través del bioensayo con *Allium cepa*. Se determinó el porcentaje de germinación y crecimiento radicular, el índice mitótico y la frecuencia de aberraciones cromosómicas. Los resultados muestran que en todos los elutriados hubo un aumento significativo de las aberraciones cromosómicas y disminución del índice mitótico comparado con el control. La variación del porcentaje de germinación y crecimiento radicular entre los elutriados no fue significativa. Se encontró una correlación significativa negativa entre el índice mitótico y las aberraciones cromosómicas. En conclusión, las variables genotóxicas son más sensibles que las de crecimiento en *A. cepa*. Finalmente, los elutriados de los sedimentos del estero Limache contienen agentes químicos en concentraciones biodisponibles que representan un riesgo ambiental genotóxico para los organismos de este ecosistema acuático.

---

**VIGILANTES DEL LAGO**

VICTOR DURÁN\* & MACARENA BARRERA

Fundación Red de Nuevas Ideas. [www.vigilanteslagos.org](http://www.vigilanteslagos.org). \*E-mail: [victordura@gmail.com](mailto:victordura@gmail.com)

Desde el año 2006 en Villarrica se inicia proyecto destinado a empoderar a la comunidad local para cuidar el lago Villarrica a través de ciencia ciudadana. Hoy el proyecto está presente en 7 lagos norpatagónicos y un lago en Colombia. Los lagos son Villarrica, Caburgua, Calafquén, Panguipulli, Ranco, Puyehue y Llanquihue. El objetivo del estudio fue lograr empoderar a la comunidad local como agentes de cambio para el cuidado de sus lagos a través de ciencia ciudadana. Se realizan capacitaciones y monitoreos con vecinos y alumnos. Se realizó un monitoreo básico de lagos a través de mochila limnológica. Dicha mochila cuenta con equipos básicos para medición de transparencia, modelación de nutrientes y clorofila a través de algoritmo, cartillas bioindicadores (avifauna, macrófitas y macroinvertebrados bentónicos) entre otros equipos. Además, se hace seguimiento de blooms de algas. Se logró más de 1.000 alumnos capacitados, 200 vecinos, 15 mochilas entregadas, 2 laboratorios básicos entregados a colegios, un laboratorio móvil de la fundación, 21 informes monitoreo entregados a las autoridades y universidad regionales. Convenios con 5 municipios, Universidad Austral de Valdivia y Fundación Ashoka entre otros. Está en proceso de creación una Red Ciudadana de Vigilancia de lagos de Chile. El proyecto fue elegido como uno de los 7 ganadores de Camiseteados 2019. La comunidad local tiene un alto potencial de involucramiento y compromiso en la protección de sus lagos si se les entregan las herramientas adecuadas.

NOTA: POSTER LLEVARA FOTOS DEL PROYECTO

---

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y DIMORFISMO SEXUAL DE *Brachygalaxias bullocki* (TELEOSTEI: GALAXIIDAE), DILUCIDANDOLAS RELACIONES SISTEMÁTICAS DEL GRUPO DE PEQUEÑOS PECES GALAXIDOS**

KATERINA GONZÁLEZ<sup>1,\*</sup>, IVAN VALDEBENITO<sup>2</sup> & CÉSAR CUEVAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad católica de Temuco, Chile. \*E-mail: [kgonzalez@uct.cl](mailto:kgonzalez@uct.cl)

*Brachygalaxias bullocki*, es una de las 5 especies de pequeños peces pertenecientes a la familia de Galaxiidae que habita Chile y una de las dos especies del género *Brachigalaxias* junto a *Brachigalaxias goteii*. Estos peces muestran adaptaciones a hábitats fluctuantes y por tanto sus estrategias de ciclo de vida y reproducción son de gran interés como un aporte al conocimiento biogeográfico de especies que han sido estrechamente emparentadas como es el caso del género *Galaxiella* de Australia. El objetivo de este estudio fue determinar parámetros de crecimiento, conducta de alimentación, madurez y dimorfismo sexual de dos poblaciones de *B. bullocki* a la luz de la información descrita para especies de la familia.

Los resultados muestran una proporción sexual de 3:1, la presencia de conducta de alimentación diferenciada en la columna de agua. La talla de madurez sexual se alcanza a los 30 a 33 mm, presentando desoves parciales, con pocos huevos por hembra 195 a 250, y tamaños promedio máximo de  $1718 \pm 223$  um, siendo estos parámetros mayores a los observados en especies como *Galaxiella munda* quien muestra diámetros de huevo muy menores (< 0,9 mm). La morfología y motilidad espermática fueron similares a la descrita para la familia y el dimorfismo sexual muestra patrones de coloración y que se comparan con lo descrito para la familia. Las características macroscópicas de las gónadas mostraron tendencias mensuales acordes a desoves con nidadas de óvulos que se van liberando a intervalos y se extiende desde julio a octubre.

---

**PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SEDIMENTO DE LAGOS  
ARAUCANOS**

ANTONIA HERNÁNDEZ-GOTELLI<sup>1\*</sup>, PABLO FIERRO<sup>1</sup>, LUIS VARGAS-CHACOFF<sup>1</sup>  
& JAIME TAPIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile. <sup>2</sup>Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca.

\*E-mail: [antoniahgotelli@gmail.com](mailto:antoniahgotelli@gmail.com)

Los metales pesados se encuentran en el medio ambiente como resultado de procesos naturales y de contaminantes provenientes de las actividades humanas, aumentando en los últimos años por el incremento en la población mundial e industrias. Han sido reportados diversos sistemas lénticos en el mundo contaminados con estas sustancias altamente tóxicas y no degradables como lo son los metales pesados. En este contexto, el objetivo fue determinar y comparar estacionalmente la concentración de metales pesados (Cu, Mn, Cr y Zn) y el porcentaje de materia orgánica en sedimento de seis lagos “nordpatagónicos” del sur de Chile con diferentes niveles de impacto antropogénico. Para ello se obtuvieron 15 muestras de sedimento en invierno y en verano de los lagos Villarrica, Colico, Panguipulli, Neltume, Llanquihue y Rupanco. Se determinó la concentración de metales pesados en el sedimento, y el porcentaje de materia orgánica (MO) por separado en las distintas clases texturales del sedimento (grava, arena y fango). Los datos se compararon entre lagos y entre la estacionalidad del año en cada lago mediante CLUSTER y PERMANOVA, además de correlacionar la concentración de metales con el sedimento. No hubo diferencias significativas en la concentración de metales pesados entre lagos ni entre las estaciones del año. El sedimento muestra una diferencia en su composición dependiendo del lugar del lago en donde se obtenga, y el porcentaje de MO fue directamente proporcional al porcentaje de las distintas clases texturales de los sedimentos en la mayoría de los casos. Además, se presentó una correlación significativa entre Cr y Mn en invierno y verano. Finalmente, se estableció que no existen diferencias entre los lagos de acuerdo a la perturbación antropogénica y la estación del año.

---

**CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN  
RIBERAS FLUVIALES DE ZONAS URBANAS DEL SUR DE CHILE**

XIMENA JAQUE-JARAMILLO\*, PABLO CHEUQUEPÁN, ALFREDO ULLOA,  
CAMILA ORELLANA, JUAN MARTIN, FRANCISCO CIFUENTES, CARLOS ESSE,  
RODRIGO SANTANDER, PABLO SAAVEDRA, M. ELISA DÍAZ & FRANCISCO  
CORREA-ARANEDA

Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente. Instituto de Estudios del Hábitat,  
Universidad Autónoma de Chile. \*E-mail: [ximena.jaque.jaramillo@gmail.com](mailto:ximena.jaque.jaramillo@gmail.com)

Según el Banco Mundial, Latinoamérica y el Caribe ocupan la quinta posición en orden decreciente en producción de residuos sólidos, con 231 millones de toneladas anuales, de los cuales Chile aportó con el 9%. En el 2016 se generaron 242 millones de toneladas sólo de desechos plásticos a nivel mundial, representando el 12 % de los desechos sólidos, las cuales se podrían triplicar en no más de 3 décadas si no se implementan medidas al respecto. El problema de los residuos sólidos asociados a los ecosistemas dulceacuícolas está vinculado a las actividades terrestres y acuáticas locales, al crecimiento demográfico, urbanización, industrialización y cambios de uso de suelo, pero sobre todo a la deficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos (recolección, traslado y disposición final) dando paso al deterioro de los ecosistemas. El objetivo del presente estudio fue caracterizar y cuantificar la contaminación por residuos sólidos en ríos del sur de Chile, determinando sus posibles orígenes. Se estudiaron las riberas de 6 ríos, realizándose muestreos en 3 zonas; antes, durante y después de las ciudades. En cada zona se muestrearon seis puntos de acumulación de basura (réplicas) posterior a la época estival, antes del aumento de caudal e inundación de la ribera. En cada punto se colectó todos los residuos humanos acumulados en un radio de 1 m. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio para su clasificación y cuantificación. Al comparar el peso total de los residuos de las 3 zonas en los ríos muestreados, se observan cantidades similares, donde la mayor cantidad de residuos se encontró en las zonas anteriores a las ciudades. Sin embargo, del total de residuos identificados los más abundantes fueron los plásticos, duplicando su abundancia aguas abajo de las ciudades. La identificación y concentración de los tipos de residuos en ecosistemas acuáticos son indicativos de las fuentes y pueden llegar a orientar el tipo de gestión asociada para su correcto tratamiento y disposición.

---

**EFFECTOS DE LOS INCENDIOS PRODUCTO DEL PROCESO DE  
ASENTAMIENTO EN PATAGONIA NORTE SOBRE LOS ECOSISTEMAS  
LACUSTRES**

PATRICIA JANA-PINNINGHOFF, FERNANDO TORREJÓN, NICOLÁS CARO\*,  
JOSÉ MAX TRONCOSO, CAROLINA VERGARA, ALESSANDRA PERFETTI,  
DENISSE ÁLVAREZ, BARBARA VALENZUELA, ROBERTO URRUTIA &  
ALBERTO ARANEDA

Grupo de Estudios Paleolimnológicos (GEP), Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. \*E-mail: [nicolascaro@udec.cl](mailto:nicolascaro@udec.cl)

Los incendios forestales pueden generar cambios en la calidad del agua de los ecosistemas lacustres afectando la composición de las especies que habitan en ellos. Para determinar tales influencias es necesario conocer el lugar de origen y la magnitud de la fuerza del fuego. Los incendios antropogénicos fueron provocados por los pobladores de la Patagonia Norte desde principios hasta mediados del siglo XX, impactando severamente algunas cuencas hidrográficas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de estos incendios en dos lagos de la Patagonia Norte: el lago Esponja (45°S) y el lago Oscuro (46°S), para ello se obtuvieron núcleos de sedimento, donde se realizaron análisis de macropartículas de carbón, susceptibilidad magnética, materia orgánica y quironómidos. Además, se consultaron documentos históricos para complementar la información sedimentológica. El registro de partículas de carbón del lago Oscuro muestra un período de incendio entre 1870 y 1890 d.C. No obstante, durante este período la susceptibilidad magnética, la materia orgánica y los quironómidos no registraron ningún cambio. Por el contrario, las partículas de carbón en el lago Esponja indican episodios de incendios entre 1920 y 1940 d.C. En este mismo periodo, se observa un aumento de los valores de susceptibilidad magnética, una disminución del contenido de materia orgánica y los quironómidos presentan un cambio significativo en su abundancia y composición. Las diferencias entre los episodios de incendio entre ambos lagos, reflejado en un aumento de partículas de carbón, cambios sedimentológicos y biológicos podrían explicarse por las distintas ubicaciones geográficas de los incendios. Probablemente, el lago Oscuro recibió partículas de carbón producidas por la explotación forestal de Ciprés (*Pilgerodendron uviferum*) en el archipiélago de Chonos (al oeste de Oscuro) que ocurrió desde fines del siglo XIX hasta mediados del siglo XX. Por lo tanto, este proceso no implicó un impacto directo en la cuenca del lago. Por el contrario, los incendios generados en la cuenca del lago Esponja por los pobladores pudieron afectar de manera directa al sistema lacustre, generando una respuesta notoria de los quironómidos en este lago.

---

**NÚMERO CROMOSÓMICO DE DOS TAXONES DE *AEGLA* (DECAPODA, ANOMURA, AEGLIDAE) DEL SUR DE CHILE**

PEDRO JARA SEGUEL<sup>1,2,\*</sup>, ANDRÉS MUÑOZ PEDREROS<sup>1,3,4</sup>, CARLOS JARA<sup>4</sup> & HERALDO NORAMBUENA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estudios Ambientales (NEA), <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, <sup>3</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco, Chile; <sup>4</sup>Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA), Valdivia, Chile.

\*E-mail: [pjara@uct.cl](mailto:pjara@uct.cl)

El género *Aegla* (Aeglidae) se distribuye en cuerpos de agua dulce de Bolivia, Paraguay, Uruguay, Brasil y Chile, siendo exclusivo de Sudamérica. El rango de distribución de estos crustáceos abarca desde los 20°S en Brasil hasta los 50°S en Chile. Las especies de *Aegla* son dioicas, muestran dimorfismo sexual, tienen fecundación externa, pero disponen de pleópodos especializados para la adherencia e incubación de los huevos cuyo desarrollo es directo. Los datos cromosómicos para decápodos anomuros a nivel mundial son escasos y las pocas especies estudiadas (10 especies) muestran números cromosómicos 2n altos en un rango entre 80 y 254. Para especies del género *Aegla* no existe información sobre números cromosómicos. En este estudio se describe por primera vez el número cromosómico de *Aegla expansa* y *Aegla* sp., especímenes que fueron colectados en esteros de la comuna de Hualqui, Provincia de Concepción, Chile. En el laboratorio, ejemplares adultos fueron inyectados con Colchicina en la cavidad peritoneal y luego depositados en acuarios para posteriormente extraer sus branquias mediante disección, las que fueron hipotonizadas y fijadas en Carnoy. Posteriormente, el tejido fue homogenizado y metafases mitóticas fueron obtenidas por goteo de células en suspensión sobre la superficie de portaobjetos. Los preparados fueron teñidos con Giemsa. Para realizar el conteo cromosómico, se obtuvieron fotomicrografías digitales de metafases capturadas con un microscopio óptico. *A. expansa* muestra un número cromosómico modal 2n = 154 (20 metafases) mientras que para *Aegla* sp. se contó un número 2n = 150 (5 metafases), el cual es aún preliminar. Los números cromosómicos de los dos taxones de *Aegla* son altos y siguen la tendencia descrita para anomuros, los cuales en su mayoría son diploides. Estudios adicionales, utilizando métodos de citogenética molecular, permitirán complementar estos datos citogenéticos aportando información sobre la estructura cromosómica de estos taxones.

---

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt EN ESTADO DE PLAGA SOBRE LA ESTRUCTURA DE ENSAMBLES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE RITRÓN EN EL RÍO LONQUIMAY, CHILE: TENDENCIA TEMPORAL**

**GLADYS LARA<sup>1,\*</sup>, KATERINA GONZÁLEZ<sup>1</sup>, DAVID FIGUEROA<sup>2</sup>, MARÍA FERNANDA AGUAYO<sup>2</sup> & CARLOS AGUAYO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Cs. Biológicas y Químicas. <sup>2</sup>Departamento de Cs. Ambientales. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [glara@uct.cl](mailto:glara@uct.cl)

Para evaluar en el tiempo el efecto de concentración de *Didymosphenia geminata* (didymo) en estado de plaga sobre la estructura de los ensambles de macroinvertebrados bentónicos (MIB) en la zona ritrónica del río Lonquimay, Chile se seleccionaron dos áreas de muestreo donde estaba presente la plaga, con baja y alta concentración de didymo respectivamente. En cada área se extrajeron muestras mensuales con tres réplicas, desde mayo a diciembre de 2016, mediante una red Surber de 2500 cm<sup>2</sup> y 250 µm de abertura de malla. Una vez trasladadas al laboratorio fueron analizadas bajo lupa e identificadas hasta el nivel de familia mediante claves especializadas. Los resultados indican que la plaga de didymo en alta concentración disminuye la riqueza (familia) y la densidad de los MIB intolerantes a la contaminación orgánica como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera y, aumenta la de grupos tolerantes como Chironomidae (P<0,05) por lo que, de acuerdo a los índices bióticos provoca una disminución de la calidad del agua. Dicha tendencia se mantiene en el tiempo (mayo a diciembre). De esta forma la plaga de *D. geminata* en altas concentración afecta la estructura de los ensambles de MIB, aspecto que de persistir en el tiempo podría afectar la funcionalidad del ensamble y luego del tramo ritrónico del río, considerando que, el estado de plaga en alta concentración disminuye la densidad de los taxa fragmentadores y depredadores (Leptophlebiidae, Grypopterigiidae, Hydropsychidae) y aumenta la densidad de detritívoros y colectores (Chironomidae).

Proyecto FONDEF – IdeA 2016.

---

**RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE CAROTENOIDES Y CONDICIONES DE ESTRÉS EN EL FITOPLANCTON DEL LAGO VILLARRICA**

**MIRTHA LATSAGUE\***, GLADYS LARA, FERNANDA AGUAYO & PATRICIO DE LOS RÍOS

Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. \*E-mail: [mlatsagu@uct.cl](mailto:mlatsagu@uct.cl)

En condiciones de estrés físico, biótico y/o antrópico, el proceso metabólico de fotosíntesis disminuye, por lo cual la luz absorbida por la clorofila es mayor que la capacidad de utilización por el fitoplancton. Se han desarrollado índices de daño y estrés basados en el estudio de diversos parámetros fisiológicos y bioquímicos, entre estos últimos destacan los pigmentos fotoprotectores y compuestos antioxidantes como carotenoides, que, si bien están presentes de modo constitutivo, se inducen específicamente en respuesta a las condiciones de estrés. Considerando lo anterior, el objetivo del presente estudio es comparar el contenido de carotenoides en el fitoplancton del Lago Villarrica. Para ello, en primavera-verano, período de máxima actividad fitoplanctónica, se muestreó tres sectores, uno control sin contaminación, ubicado en el centro del lago (Zona Pelágica) y tres tratamientos sectores con distinto grado de contaminación (Litoral Pucón, Muelle Viejo, Litoral Norte, de mayor a menor contaminación). Para la determinación de pigmentos fotosintéticos se utilizó el método de Strickland y Parson (1968). Los resultados indican, que, dentro de este gradiente, el contenido de carotenoides varía entre 0,08 y 0,97 mg/m<sup>3</sup> en la Zona Pelágica y entre 1 y 1,5 mg/m<sup>3</sup> en el Litoral Pucón correspondiente al sector más contaminado. Se concluye que la producción de carotenoides aumenta en sitios contaminados como un mecanismo de protección de la clorofila en condiciones de alta radiación.

Proyecto DIPUC PR – RE 06 (2017)

---

**CONTROL DE LA ESPECIE EXÓTICA *Pomacea canaliculata* (MOLLUSCA: GASTEROPODA: AMPULARIDAE) EN LAGUNA CONCHALÍ – REGIÓN DE COQUIMBO, ENTRE MARZO 2013-NOVIEMBRE 2014, DIA**

**SERGIO LETELIER<sup>1</sup>, PEDRO BÁEZ<sup>1,2</sup>, ANDREA REBOLLEDO<sup>1</sup> & ALEJANDRA FABRES<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Sociedad Malacológica de Chile; <sup>2</sup>Universidad Nacional Andrés Bello; <sup>3</sup>Fac. Cs. Universidad de Chile. \*E-mail: [cheholucho@gmail.com](mailto:cheholucho@gmail.com)

La existencia de especies acuáticas exóticas en diferentes partes del mundo es un fenómeno ampliamente documentado que amenaza la integridad de los ecosistemas nativos, pudiendo causar problemas ambientales, económicos y de salud pública. En los ecosistemas nativos las especies exóticas pueden llegar a constituir poblaciones viables capaces de reproducirse y perpetuarse en el tiempo, pasando a ser especies naturalizadas o establecidas. En general, la erradicación de las especies no nativas es un problema complejo y con pocas posibilidades de éxito. En este contexto, impulsar una iniciativa de control y posterior erradicación de una especie invasora putativa constituye un desafío considerable. De las especies acuáticas exóticas los macroinvertebrados son importantes de considerar. En este contexto y a raíz de la detección del molusco exótico de agua dulce *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), la Laguna Conchalí, Los Vilos, (bajo la Administración de Minería Los Pelambres), se realizó una experiencia pionera en el monitoreo y control de la población de un molusco dulceacuícola exótico en nuestro país. En el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) “Control de la especie exótica *Pomacea canaliculata* (caracol manzana) en Laguna Conchalí”, entre Marzo 2013 y Noviembre 2014, se llevó a cabo el control y recolección manual de posturas y ejemplares de *P. canaliculata* visibles en el entorno de la laguna y zonas adyacentes hasta el Puente Conchalí y aguas arriba. Junto con esto se realizó el monitoreo para detectar presencia-ausencia del parásito *A. cantonensis* en ejemplares recolectados en cada campaña. Como resultado de las acciones efectuadas, se observó que tanto el número como la densidad de ejemplares y posturas fueron disminuyendo a medida que se recolectaban y retiraban del humedal en las sucesivas campañas realizadas. En los ejemplares analizados para presencia-ausencia del parásito *A. cantonensis* no se detectó su presencia durante el periodo de tiempo señalado. Los esfuerzos realizados para contener y controlar la población de este molusco mostraron resultados dentro de lo esperado.

---

**MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE ATRIBUTOS  
ECOSISTEMICO: ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE GRUPOS  
FUNCIONALES EN EL ALTIPLANO**

FRANCISCO LLANQUÍN-ROSAS<sup>1,4\*</sup>, CLAUDIO QUEZADA-ROMEGIALLI<sup>3,4</sup> &  
IRMA VILA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.;<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile;<sup>3</sup> Laboratorio de Limnoecología, Universidad de Playa Ancha;<sup>4</sup> INVASAL, Núcleo Milenio de Salmónidos Invasores, Concepción. \*E-mail: [francisco.llanquin@ug.uchile.cl](mailto:francisco.llanquin@ug.uchile.cl)

La zona altiplánica de los Andes posee características climáticas típicas de ecosistemas de altura, baja presión atmosférica y humedad, alta radiación UV, elevada oscilación térmica diaria y régimen pluvial concentrado en época estival. El río Lauca es un ecosistema fluvial endorreico binacional que nace de las Lagunas de Cotacotani en Chile (18°11' S; 69°15' O) y desemboca en el salar de Coipasa, Bolivia (19°9' S; 68°4' O). Las comunidades de macroinvertebrados (MB) que habitan este sistema están influenciadas por las condiciones ambientales que modulan su estructura y composición, como el efecto de las lluvias estivales provenientes de la Amazonía y la variación longitudinal de microhábitats (sustrato y vegetación), los cuales serían factores determinantes en la presencia de ciertos grupos funcionales tróficos (GFT). Trabajos recientes concluyen que el modelo de GFT refleja la particularidad climática dentro de una región. En este trabajo se caracterizó, a nivel de GFT, la variación espacio-temporal de la comunidad de MB en la región altiplánica, y, se aplicaron índices que estiman atributos ecosistémicos presentes, tales como nivel de autotrofia, materia orgánica y conexión con ribera. Utilizando de una red tipo Hess (250 µm), se realizó un muestreo de tres temporadas (septiembre 2016 y 2017, abril 2017) en cuatro sitios a lo largo del río y dos afluentes (tipo bofedal). Se realizó un análisis de varianza multivariado con permutaciones (PERMANOVA) de tres factores para someter a prueba la hipótesis nula de que no existen diferencias de GFT a nivel temporal, espacial o de tipo de sustrato. En cuanto a los atributos ecosistémicos se utilizaron los índices de autotrofia a heterotrofia, Índice de MOPG a MOPF, e índice MOPFT (suspendida) a MOPFD (depositada). Los resultados del análisis PERMANOVA mostraron diferencias significativas a nivel de sitio (p-F = 7,776; p < 0,001) y de sustrato (p-F = 9,638; p < 0,001), respecto a los índices se presentan diferencias entre afluentes y el río, siendo los bofedales sistemas autótrofos, y el río un sistema heterótrofo, además los sitios presentan una baja conexión con las riberas y una escasa presencia de materia orgánica en suspensión. A partir de estos resultados se concluye principalmente que en términos de composición y abundancia los GFT no presentan un cambio significativo a nivel temporal, sino que se observa sólo a escala espacial dentro de los sitios entre sustrato. Además, dada las condiciones presentes en los bofedales afluentes y el río es posible distinguir diferencias en cuanto a la condición de un sistema autótrofo y heterótrofo.

Fuente de Financiamiento Proyecto: Fondecyt 1140543 y 11181259.

---

**RELACIÓN LONGITUD-PESO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE DOS MICROCUENCAS CONTRASTANTES DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS, CHILE**

JORGE MACHUCA<sup>1,\*</sup>, JAVIERA GARCÍA<sup>1</sup> & JORGE NIMPTSCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mg. en ciencias mención Recursos Hídricos, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. \*E-mail: [js.machuca.sepulveda@gmail.com](mailto:js.machuca.sepulveda@gmail.com)

Se determinó la relación longitud-peso de organismos bentónicos de cuerpos de agua lóticos de orden 1 a 3 de Strahler, de dos microcuencas de la Región de los Ríos (lat. 39-40°S): Quimán y Llancahue. Por medio de esta relación fue posible estimar la biomasa de peso seco de los macroinvertebrados hallados (en mg/m<sup>2</sup>/ha), la cual se basa en una técnica de congelamiento y liofilización para así preservar de manera óptima el carbono y lípidos de los tejidos. El muestreo en ambas microcuencas se concentró en la zona del punto de desagüe, la recolección se efectuó en los distintos microhábitats reconocidos. En cuanto a las microcuencas, estas son contrastantes con respecto a los usos del suelo desarrollados; mientras que en la parte baja de Quimán predominan coberturas de suelo de pradera y tierras agrícolas (además del funcionamiento de pisciculturas y plantas de tratamiento de agua), en la parte baja de Llancahue dominan bosques nativos de hoja ancha renovales. Los individuos capturados fueron determinados taxonómicamente preferentemente a nivel de género. En ambas microcuencas, los órdenes que más frecuentemente se hallaron corresponden a Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera. Se registran gran parte de los grupos funcionales de alimentación. De modo particular, en Quimán se registra mayor abundancia, pero en Llancahue se evidencia mayor diversidad de taxa. Se adecuaron a los datos funciones de relación longitud-peso de tipo regresión lineal positivas, negativas y alométricas. En general, las regresiones longitud-peso presentan un valor  $b < 3$  (intercepto) para la mayoría de los taxa, siendo la excepción ciertos géneros de Diptera, como las familias Tipulidae y Chironomidae. Estos hallazgos permitiría explorar *a posteriori*: la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos que se desarrollan en ambientes con una antropización diferencial, la señal de pristinidad hidro-ecológica mediante la diversidad de biomasa por taxa y el patrón metabólico del ecosistema de los consumidores primarios. En definitiva, patrones relevantes para comprender las dinámicas cambiantes que afectan la interfaz terrestre-acuática del sur de Chile, las cuales debiesen ser consideradas en Evaluaciones de Impacto ambiental de proyectos de distintas envergaduras socioeconómicas, y a futuro, servir como un parámetro biológico más para la comprensión de la dimensión ecológica en un manejo nacional del territorio en base a cuencas hidrográficas.

---

**APORTE DE METALES PESADOS PROVENIENTES DE RELAVES MINEROS  
ABANDONADOS AL LAGO GENERAL CARRERA**

MAGDALENA MÁRQUEZ\* & XIMENA VALENZUELA

Universidad Austral de Chile. \*E-mail: [magdalena.marquez@uach.cl](mailto:magdalenamarquez@uach.cl)

El Lago General Carrera, formado hace un millón de años por los hielos del último máximo glaciar, tiene una superficie de 1850 m<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 590 metros. Actualmente, la principal actividad económica en la cuenca del lago está determinada por el turismo y la ganadería, sin embargo, por muchos años la actividad minera fue el rubro predominante en la zona. Producto de esta situación, hoy en día aún encontramos pasivos ambientales abandonados de la antigua minería, los cuales se vierten constantemente en el lago por medio de escorrentías que atraviesan los relaves y del viento que los transporta. La mina Silva en Puerto Cristal se fundó alrededor de 1931 y cerró en 1994, dejando un relave abandonado a orillas del Lago General Carrera. Este relave es atravesado por el Estero Rocillo que desemboca en el lago, y tiene variaciones estacionales en el aporte de agua producto del deshielo. Además, está documentado que el mencionado estero está afectado por crecidas que facilitarían la remoción en masa del relave. Con el objetivo de aproximarnos a la situación respecto de los metales pesados en el estero, se realizó un muestreo exploratorio en febrero de 2016. En esta oportunidad se analizaron metales pesados presentes en el estero Rocillo mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). En este trabajo se puso énfasis a 4 elementos (Cu, Pb, Zn y As), debido a que la minería de ese lugar era de cobre, plomo y zinc, y a que en los procesos de extracción se utilizaba arsénico. El actual trabajo nos indica que las concentraciones de elementos no sobrepasan los valores establecidos para agua de riego (NCh 1333) y potable (NCH 409/1) ni presentan riesgo para la salud humana. Sin embargo, es notable que en la desembocadura del estero hay valores de Plomo mayores a los encontrados a lo largo del estero Rocillo. Además, las concentraciones de Cu, Zn y As son mayores en el estero que en el lago indicando que el estero al pasar sobre el relave efectivamente aporta estos metales al lago. Es por lo anterior y debido a la remoción en masa desde el relave al lago que sería interesante establecer un control con respecto a la calidad de las aguas no solo en el estero Rocillo en Puerto Cristal, sino que en todos los esteros que atraviesan relaves mineros y desembocan en el Lago General Carrera propiciando la permanencia de este lago como la reserva de agua dulce más importante en Sudamérica. Fuente de financiamiento, Gobierno Regional de Aysén

---

**CUANTIFICACIÓN CARGAS DE CARBONO, NITRÓGENO Y FÓSFORO  
EXPORTADAS DESDE SUBCUENCAS TRIBUTARIAS HACIA EL SISTEMA  
FLUVIAL DEL HUMEDAL DEL RÍO CRUCES**

**JORGE NIMPTSCH\***, KATHIA ALMONACID, SEBASTIÁN OSORIO, CONSTANZA  
BECERRA & STEFAN WOELFL

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. \*E-mail: [jorge.nimptsch@uach.cl](mailto:jorge.nimptsch@uach.cl)

El humedal del río Cruces (119 km<sup>2</sup>), corresponde a un área protegida denominada “Santuario de la naturaleza, humedal Carlos Anwandter”, ubicada en la región de los Ríos, (Chile), alberga una gran diversidad de avifauna y especies con problemas de conservación, sin embargo, a pesar de su importancia ecológica, este estuario ha sido escenario de dramáticos cambios a causa de la industrialización que ha sufrido el territorio a lo largo de los años. Desde el año 2015 se realiza un monitoreo constante de las condiciones físico-química biológicas existentes en el Santuario, sin embargo, este monitoreo no incluye la evaluación de cargas provenientes de las subcuencas, ni un análisis de sus posibles orígenes. Con el fin de llenar esta importante brecha de información necesaria para un adecuado diagnóstico y ordenamiento territorial de la cuenca hidrográfica de esta área protegida se realizaron dos monitoreos para la obtención de datos físico-químicos, junto a una estimación de caudales de cada río tributario en dos épocas contrastantes (invierno y verano 2018-19) con el objetivo de estimar las cargas de Carbono, Nitrógeno y Fósforo desde las cuencas tributarias al “Santuario de la naturaleza, humedal Carlos Anwandter”, que se originan del uso de suelo (i.e. fuentes puntuales y difusas) cuantificando las cargas obtenidas en los muestreos realizados en el santuario y en sus ríos tributarios. Los resultados demuestran que las 2 cuencas de mayor aporte de materia orgánica son las cuencas del Río Cruces (53 – 71% del aporte total) y Río Pichoy (44 – 57% del aporte total). Los aportes de materia orgánica se explican con la intensidad de uso de suelo y volumen del caudal correspondiente.

Financiamiento CEHUM-2018-01-13. Título del proyecto: DOM – MATERIA ORGÁNICA DISUELTA COMO HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO, GESTIÓN Y MANEJO DEL HUMEDAL CARLOS ANWANDTER. Centro de Humedales Río Cruces (CEHUM)

---

**ACTUALIZACIÓN DEL ESTADO DE CONOCIMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL RANGO DE DISTRIBUCIÓN DEL CRUSTÁCEO DECÁPODO CANGREJO TIGRE (*Aegla conceptionensis* (Schmitt, 1942))**

CAMILA ORELLANA-DELGADO<sup>1,2,\*</sup>, XIMENA JAQUE<sup>1</sup>, PABLO CHEUQUEPÁN<sup>1,2</sup>, JUAN MARTÍN<sup>1,2</sup>, FRANCISCO CIFUENTES<sup>1,2</sup>, ALFREDO ULLOA<sup>1,2</sup>, MARÍA ELISA DÍAZ<sup>2</sup>, CARLOS ESSE<sup>1</sup>, RODRIGO SANTANDER-MASSA<sup>1</sup>, PABLO SAAVEDRA<sup>1</sup> & FRANCISCO CORREA-ARANEDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Cambio Climático y Medio Ambiente, Instituto de Estudios del Hábitat (IEH), Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile.

\*E-mail: [corellana2014@alu.uct.cl](mailto:corellana2014@alu.uct.cl)

La familia Aeglidae, de un único género: *Aegla*, endémico de la región Neotropical de América del Sur (Chile, Brasil, Argentina, Uruguay y Bolivia) se caracteriza por habitar exclusivamente en aguas dulces, de poca profundidad y poco contaminadas asociadas a climas templados, en este sentido, la especie *Aegla conceptionensis*, presenta un marcado microendemismo en las cuencas costeras de la región del Biobío (36°S 43°O h - 37°S 72°O). El objetivo de este estudio fue realizar una actualización respecto al conocimiento de *A. conceptionensis* (e.g actualizar las características de su hábitat e identificación de las amenazas asociadas a su conservación) y reportar la ampliación de su rango de distribución. Los resultados indican que inicialmente la especie habitaba exclusivamente las zonas costeras de la región del Biobío, siendo considerada extinta en el año 2002, sin embargo, nuevos registros en 2019 ampliaron su distribución mediante un hallazgo de dos poblaciones sobrevivientes en quebradas de Chiguayante (36°S 72°O). Adicionalmente, mediante prospecciones realizadas en verano e invierno de 2019, se amplía su rango de distribución a 120 km al Sur de su límite original, con reportes en ríos de bajo orden de la comuna de Cañete (37°43'52''S 73°22'06''O) y Contulmo (38°01'47''S 73°14'36''O). Su estado de conservación en Chile es Vulnerable (VU), con una alta probabilidad de convertirse en "Especie en Peligro de Extinción". El hábitat presenta zonas ribereña cubiertas por vegetación nativa representadas por *Nothofagus obliqua*, *N. dombeyi*, *Luma apiculata*, *Blepharocalyx cruckshanksii* y otras especies como *Chusquea quila*, *Aristotelia chilensis* y *Peumus boldus*. Es posible encontrar sitios con presencia de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucaliptus globulus*), cambio de uso de suelo, expansión urbana e incendios forestales, siendo los principales estresores que alteran sus ecosistemas y afectan la conservación de esta especie. Se necesita derivar mayores esfuerzos en la búsqueda de nuevos sitios donde habite *A. conceptionensis* y medidas de protección o restauración de los cuerpos de agua en donde existe certeza de la existencia de esta especie.

---

**VALORIZACIÓN DE LA PLANTA ACUÁTICA *Egeria densa*: OPTIMIZACIÓN DE UNA DIETA PARA ALIMENTACIÓN DE PECES**

SAMUEL PEÑA<sup>1,4,\*</sup>, MAURICIO TRONCOSO<sup>1</sup>, PAMELA GONZÁLEZ<sup>1</sup>, NICOLE COLIN<sup>2</sup> & PAMELA WILLIAMS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Regional de Estudios Ambientales. Universidad Católica de la Santísima Concepción. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. <sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Depto. Producción Animal. Universidad de Concepción. <sup>4</sup>Centro I+D. Facultad Ingeniería. Universidad del Desarrollo. \*E-mail: [samuelpj@ucsc.cl](mailto:samuelpj@ucsc.cl)

La entrada abundante de nutrientes hacia los cuerpos lacustres, como lagos y lagunas urbanas del país, desencadena un sinnúmero de problemáticas ambientales asociadas a la eutrofización, entre ellas la proliferación de plantas invasoras como *Egeria densa*. Esta problemática se ve potenciada en cuanto a las medidas de manejo/extracción, las cuales no son efectivas, no poseen un uso definido y/o sólo se depositan en zonas cercanas a los cuerpos lacustres reintegrando así los nutrientes al agua.

Se propone utilizar *Egeria densa*, con enfoque local para enfrentar esta problemática. Para ello se realizó una caracterización química previa y análisis de digestibilidad para animales, y de acuerdo con dichos resultados, la planta presentaría características químico-nutricionales interesantes para evaluar su uso como biofertilizante, alimento para animales y/o peces. El presente estudio pretende determinar el porcentaje óptimo de inclusión de *Egeria densa* en la dieta de la trucha arcoíris en cautiverio. Se construyó un sistema de recirculación con estanques de 100 L cada uno, donde se insertaron 12 individuos con un tamaño promedio de  $16,2 \pm 0,8$  cm, sometidos a una dieta con dosis creciente de *E. densa* de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% en reemplazo de la dieta tradicional. Cada tratamiento se ensayó en estanques en duplicado y considerando una muestra control (100% alimento tradicional). Durante los 3 meses de alimentación, los peces crecieron  $125,5 \pm 0,5$  g con la dieta control. En tanto, los peces alimentados con las dietas que incluyeron 5, 10, 15, 20 y 25% de *E. densa* obtuvieron los siguientes crecimientos:  $124,5 \pm 4,9$  g.,  $123,5 \pm 6,6$  g.,  $108,6 \pm 19,2$  g.,  $87,7 \pm 15,8$  g. y  $95,5 \pm 5,0$  g., respectivamente. A su vez, el índice de Fulton aplicado, indica que los individuos presentaron un buen estado fisiológico y esperable para individuos en cautiverio, y según el seguimiento periódico, este no ha tenido mayores variaciones. Adicionalmente se realizaron análisis sanguíneos a los peces, para determinar cuantitativamente el efecto de las dietas sobre ellos. Todas las composiciones dietarias han presentado un aumento en peso y talla en los peces, en los cuales las composiciones de 5%, 10% y 15%, presentaron un crecimiento similar a la dieta control.

---

**VALIDACIÓN EN AMBIENTE NO CONTROLADO DE DOS PROTOTIPOS DE ESTACIONES DE MONITOREO REMOTO, COSTO-EFICIENTES, PARA DETERMINAR PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA**

SAMUEL PEÑA<sup>1,2,\*</sup>, FERNANDO LAGOS<sup>1</sup>, SEBASTIAN ADONAY<sup>1</sup>, ALEX GALÁN<sup>2</sup>, SERGIO FIGUEROA<sup>2</sup>, TOMÁS PACHECO<sup>1</sup> & CAMILO RODRÍGUEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio EnviroHealth Dynamic Systems. Centro I+D. Facultad Ingeniería. Universidad del Desarrollo. <sup>2</sup>Centro Regional de Estudios Ambientales. Universidad Católica de la Santísima Concepción. \*E-mail: [spenaj@udd.cl](mailto:spenaj@udd.cl)

Actualmente no existe un gran desarrollo a nivel nacional de monitoreo automatizado y diario de las condiciones ambientales en cuerpos de aguas. Generalmente, frente a episodios de contaminación se realizan acciones tardías o cuando ya se produjeron los efectos nocivos de carácter irreversibles sobre el medio ambiente y/o las personas. Se aborda la oportunidad de desarrollar un sistema automatizado que permita monitorear a una alta frecuencia las condiciones fisicoquímicas de cuerpos de agua, a costo reducido, para facilitar el estudio y/o la toma de decisiones actualizadas y de carácter colaborativo e interdisciplinario. Se desarrollaron dos prototipos de Estaciones de Monitoreo Remoto (EMR), para determinar temperatura, conductividad y profundidad; basados en diferentes microcontroladores o microprocesadores. Para la calibración de los sensores de conductividad, temperatura y profundidad se utilizaron soluciones de calibración e instrumentos comerciales. El primer prototipo, ubicado en Estero Llico, fue desarrollado en base a un microcontrolador Arduino, utilizando sensores fisicoquímicos marca DFRobot, telemetría mediante GPRS y bajo un lenguaje de programación C++. El segundo fue desarrollado usando un microprocesador Raspberry Pi, sensores fisicoquímicos marca Atlas Scientific, telemetría mediante 3G/4G y Python como lenguaje. Ambos prototipos se alimentaron autónomamente con batería de 6v y 12 Ah. La información registrada fue enviada a una base de datos para ser visualizada en un sitio web en línea, mediante tablas de datos. Luego de 60 días de funcionamiento, los resultados de los parámetros determinados por ambos prototipos de EMR, fueron contrastados en terreno con un multiparámetro marca YSI modelo 556, previamente calibrado. Para esto se determinó el error porcentual de ambos prototipos frente al equipo comercial. La EMR Estero Llico presentó un error porcentual de -3,39% y 0,92% para conductividad y temperatura, respectivamente. En tanto que el prototipo ubicado en el Lago Vichuquén presentó un error porcentual para conductividad y temperatura de 4,32% y 2,42%, respectivamente. Se compararon los resultados de profundidad obtenidos por ambos prototipos respecto de sensores de presión marca Hobo instalados en los mismos cuerpos de agua, los cuales son de habitual uso en estudios ambientales. Los resultados del monitoreo remoto realizado mostraron una disminución de la temperatura y un aumento de la conductividad en la EMR ubicada en Estero Llico, a medida que se aproxima a la temporada de invierno. Mientras que, para este mismo periodo de tiempo, la EMR ubicada en Lago Vichuquén, mostró una disminución de la conductividad y la temperatura. Finalmente, con esta validación se demuestra el potencial uso de las EMR para estudios de calidad de agua, con resultados confiables, funcionamiento continuo y que consideran un costo de desarrollo aproximado de 50% más económicas que los sistemas de monitoreo remoto comerciales.

---

**VARIACIÓN ESTACIONAL DE DOS LAGUNAS PERIURBANAS DE SAN MARTÍN DE LOS ANDES, ARGENTINA**

**MÓNICA POSE<sup>1,\*</sup>, MIRNA FERRADA & CLAUDIO RUCCI**

<sup>1</sup>Institución: I.S.F.D.N°3, San Martín de los Andes, Argentina.

\*E-mail: [monpose@yahoo.com.ar](mailto:monpose@yahoo.com.ar)

**Introducción:** nuestra investigación se desarrolla en una reserva natural urbana privada. Es un ambiente de ecotono entre el bosque andino patagónico y la estepa, rodeada de laderas antropizadas. Cuenta con dos lagunas que albergan gran cantidad de aves.

**Objetivos:** -Analizar la variación estacional de la biota de las lagunas de la reserva. -Medir los parámetros ambientales que contribuyen a sostener este ecosistema. -Determinar qué factores antrópicos impactan en este ambiente.

**Metodología:** durante el año 2018 se tomaron muestras estacionales de agua subsuperficial, en las dos lagunas principales de la reserva: Laguna 1 y Laguna 2, para determinar: amonio, nitrato, nitrito y fosfato; bacterias coliformes fecales y totales; plancton cualitativo. Se midió: temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez.

**Resultados:** parámetros ambientales: la temperatura del agua varió entre 6°C y 14°C, en septiembre y marzo, respectivamente, siendo inversa la concentración de oxígeno disuelto con un promedio de 8,78 mg/l. El pH fue ligeramente menor a 7. La conductividad obtuvo un máximo de 220 µS/cm. La turbidez fue, en promedio, de 7,94 NTU. La concentración de amonio, nitrato, nitrito y fosfato fue mayor en la Laguna 1 con máximos de: 0,83 mg/l, 1,8 mg/l, 0,018 mg/l y 1,36 mg/l, respectivamente. Las bacterias coliformes fecales oscilaron entre 2,2 y 43 NMP/100 ml, mientras que las coliformes totales variaron entre 4,7 y 93 NMP/100 ml. Los grupos algales más representativos corresponden al grupo de las Bacillariophyceae. También se registraron Chlorophyceae filamentosas, Euglenophyceae y algunas Cyanobacterias productoras de espuma y geosmina. El zooplancton estuvo representado por: Rotíferos, Cladóceros y Copépodos, además de larvas de Crustáceos y Protozoos.

**Conclusiones:** los parámetros ambientales muestran diferencias entre ambas lagunas, evidenciada principalmente por la mayor concentración de nutrientes registrada en la Laguna 1, aportada por excretas de aves y ganado, además de lavado de suelos aledaños. La fisonomía de dicha laguna presenta un anillo de juncos, que delimita microhábitats donde se desarrolla una biota acuática, que varía estacionalmente, propia de ambientes eutróficos, tales como *Euglena viridis*. Las bacterias coliformes no presentaron una tendencia marcada en alguna de las dos lagunas estudiadas, lo que puede deberse a los factores antrópicos que impactan a este ecosistema.

---

**DIVERSIDADES ALFA Y BETA DE MICROALGAS EN DOS RÍOS COSTEROS DE ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS LAFKEN MAPU LAHUAL, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE**

CATALINA RÍOS-HENRÍQUEZ<sup>1,\*</sup> & NORKA FUENTES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Limnología, Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios, Universidad de Los Lagos, Osorno. \*E-mail: [catalina.rios@ulagos.cl](mailto:catalina.rios@ulagos.cl).

Las microalgas son los productores primarios de ecosistemas acuáticos, por ende, la base de la trama trófica, relevantes para su funcionamiento. Este trabajo tuvo por objetivo determinar las diversidades alfa y beta de microalgas de los ríos prístinos Huelleshue (40°47'S; 73°31'O) y Cholguaco (40°45'S; 73°47'O) pertenecientes a la red de Parques Indígenas Mapu Lahual, sur de Chile, caracterizada por la alta representatividad del bosque costero valdiviano. Se obtuvieron en el verano del 2015 tres replicas en cada zona de los ríos; naciente, media y desembocadura. En ambos ríos se evidenció una alta abundancia y diversidad de microalgas planctónicas, sin embargo, la prueba de Hutcheson arrojó diferencias significativas de las diversidades de las zonas nacientes entre Huelleshue y Cholguaco; mismo fenómeno ocurre en la zona media ( $p < 0.05$ ). Se contabilizaron 74 géneros, de los cuales *Chaetoceros* sp. (Bacillariophyceae) en Huelleshue y *Spirogyras* sp. (Chlorophyceae) en Cholguaco fueron los más abundantes. La diversidad beta fue baja en ambos ríos ( $\beta = 0.51$  en Huelleshue y  $\beta = 0.49$  en Cholguaco), siendo típica de ambientes heterogéneos y productivos, esperable para ambientes con una alta diversidad alfa ( $H' > 3$  bits/ind). La presencia de bosque nativo en ambos ríos permite explicar los patrones observados y categorizar estos ríos como ambientes en "equilibrio", interconectados, productivos y con poco recambio de taxa de microalgas. Nuestros resultados pueden ser utilizados en la elaboración de futuros planes de manejo y conservación de ambas cuencas hidrográficas y además, como una referencia alternativa para establecer el estado medioambiental de los ecosistemas acuáticos.

Agradecimientos: Dirección de Investigación, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Los Lagos

---

**EVALUACIÓN DE ALGORITMOS PRE-EXISTENTES PARA ESTIMAR  
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA DE SANTA ELENA  
USANDO IMÁGENES SATELITALES**

**DANIELA RIVERA**\*, JOSÉ LUIS ARUMÍ, CHRISTOPHER RUYBAL, OCTAVIO  
LAGOS & PATRICIA ARANCIBIA

Universidad de Concepción. \*E-mail: [driverar@udec.cl](mailto:driverar@udec.cl)

La Laguna de Santa Elena, ubicada en la comuna de Bulnes (Ñuble), fue durante el año 2018 incorporada en el Plan Nacional de Protección de Humedales del Ministerio de Medio Ambiente. El Plan busca contribuir con detener el deterioro de los humedales vulnerables para preservar la rica biodiversidad que existe en ellos, otorgándoles una figura de área protegida y reconociéndolos como sistemas prioritarios para la protección ambiental. Hoy en día, no existe un sistema de monitoreo de los parámetros de calidad de agua del humedal, limitando de esta manera, la evaluación y gestión apropiada de este ecosistema. Aunque los métodos tradicionales pueden proporcionar mediciones precisas de los parámetros de calidad, demandan altos costos económicos, tiempo y continuidad en las campañas para tener una percepción sobre la evolución del sistema. Como tal, el procesamiento de imágenes satelitales otorga la oportunidad de monitorear de manera más efectiva y eficiente los cuerpos de agua, posibilitando la cuantificación de problemas relacionados a la calidad de agua, además de brindar una oportunidad para llenar el vacío espacio-temporal en el registro de datos. Dicho esto, existe un número importante de algoritmos empíricos que se han desarrollado alrededor del mundo para la estimación de clorofila-a, profundidad de disco Secchi, sólidos suspendidos totales, temperatura superficial, entre otros. Si bien la literatura indica que los algoritmos desarrollados son específicos para las distintas áreas estudiadas, existe la posibilidad de evaluar su precisión en sitios con escasez o ausencia de datos. Con esto en mente, el objetivo de este trabajo es evaluar algoritmos pre-existentes para estimar parámetros de calidad de agua en la Laguna de Santa Elena. Para ello se realiza un análisis exploratorio donde se procesarán algoritmos desarrollados en áreas similares a la laguna, se definirá el rango de error máximo y mínimo entre los algoritmos con respecto a la concentración de clorofila-a, sólidos suspendidos totales y profundidad de disco Secchi y se correlacionarán los datos utilizando índices de vegetación para la estimación de la concentración de los parámetros del humedal. Se espera que los resultados de este estudio exploratorio, permita generar datos de calidad de agua donde hay una escasez de datos, para apoyar en la evaluación y gestión del humedal.

---

***Entomoneis paludosa* (W.SMITH) REIMER (BACILLARIOPHYTA): NUEVO  
HALLAZGO DE UNA ESPECIE ESCASAMENTE CITADA PARA CHILE**

PATRICIO RIVERA\*, FABIOLA CRUCES, ENRIQUE ASCENCIO & CRISTIAN  
CONTRERAS

Departamento de Botánica, Fac. de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. \*E-mail: [privera@udec.cl](mailto:privera@udec.cl)

En 1975 Reimer, en Patrick & Reimer, estableció la familia Entomoneidaceae para incluir en ella al género *Entomoneis*. Este género se caracteriza porque la vista conectival de la valva es panduriforme debido a la presencia de una quilla bilobulada prominente, elevada sobre la valva y a menudo sigmoide en sentido apical; además, posee un canal del rafe provisto de prominentes fíbulas y el cingulum está formado por numerosas bandas abiertas. En el presente estudio se cita por primera vez a *Entomoneis paludosa* para el Salar de Ascotán, Segunda Región de Antofagasta, Chile. La especie se describe utilizando técnicas de microscopía fotónica y, por primera vez para material chileno, mediante técnicas de microscopía electrónica de barrido y transmisión. Además, se entregan comentarios acerca de su morfología y ecología. Hasta ahora, *E. paludosa* fué citada sólo para otras cuatro localidades chilenas, ubicadas en el norte y sur del país. En cuanto a su morfología se concluye que las estrías de *E. paludosa* no son biseriadas como previamente habían sido descritas, sino uniseriadas, y que por lo tanto en el género no sólo hay taxones con estrías bi o multiseriadas. Al igual que la mayoría de las especies de *Entomoneis*, *E. paludosa* se distribuye en aguas marinas y en aguas continentales con conductividad moderadamente alta.

---

**DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA CALIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE EFLUENTES DE PISCICULTURAS EN TIERRA**

KEVIN RYAN<sup>\*</sup>, STEFAN WOELFL & JORGE NIMPTSCH

Universidad Austral de Chile. <sup>\*</sup>E-mail: [ryan.kevi@husky.neu.edu](mailto:ryan.kevi@husky.neu.edu).

Pisciculturas de producción de salmón en Chile se encuentran ubicadas en ríos de bajo orden y generalmente en zonas de alto valor ecológico y áreas importantes para la provisión de agua para comunidades aledañas y servicios ecosistémicos recreacionales. Durante su proceso de producción requieren de aguas de excelente calidad para un óptimo crecimiento de las primeras fases de vida de los peces. Como toda actividad de producción animal industrial genera residuos de comida no consumida, heces, subproductos metabólicos, la materia orgánica, y la materia inorgánica como nitrógeno y fósforo, cuales causen una alteración en la calidad de los cuerpos de agua. El presente proyecto tiene como objetivos observar la variabilidad en la calidad de agua en términos de nutrientes y la materia orgánica durante un ciclo productivo con mediciones/muestreos de alta frecuencia (horas, días, y semanas). Proponemos usar sensores de fluorescencia, temperatura, y conductividad eléctrica registrando datos con alta frecuencia. Hipotetizamos que la variación temporal corresponderá a los ciclos de producción y alimentación junto a la variabilidad natural del cuerpo de agua fluvial receptor durante las distintas estaciones del año. Los resultados del presente estudio pretenden aportar información más detallada sobre la variación de la calidad de los efluentes generados (variaciones diarias, estacionales, etc.) durante las distintas etapas y procesos de producción de salmónidos, y así conocer y controlar las concentraciones de las fracciones de nitrógeno, fósforo y carbono vertidas a cuerpos de agua fluviales y lacustres. Con la información obtenida se podrían diagnosticar y mejorar el control de emisiones durante distintas fases y procesos de producción y tratamiento de residuos, con el fin de diseñar medidas para reducir emisiones de desechos, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y al cuidado de los ecosistemas acuáticos.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT 1200205, Beca FULBRIGHT 2020

---

**MONITOREO DEL CAMARÓN DE RÍO DEL NORTE *Cryphiops caementarius* EN LA CUENCA DEL RÍO CHOAPA, CENTRO-NORTE DE CHILE: RESULTADOS PRELIMINARES**

CARLOS VELÁSQUEZ\*, DENISSE TORRES, LUIS HENRÍQUEZ & FRANCISCO CÁRCAMO

Instituto de Fomento Pesquero, Dr. Marín N°340, Coquimbo.

\*E-mail: [carlos.velasquez@ifop.cl](mailto:carlos.velasquez@ifop.cl)

El camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Cc) es una especie que sostiene una actividad extractiva ancestral en cuencas hidrográficas de la zona árida y semiárida del norte y centro de Chile. Sin embargo, actualmente sus poblaciones se encuentran amenazadas por prolongados períodos de sequía, incremento de la intervención antrópica en el cauce de los ríos y fuerte extracción en período de veda. Pese a todo, la constante ocurrencia y extracción de Cc, permite inferir que es una especie que presenta un alto grado de resiliencia, por tanto, esto nos conduce a pensar sobre ¿qué condiciones presenta el hábitat fluvial en esos ambientes perturbados?. Cc cuenta con amplias revisiones sobre su cultivo e historia natural, pero aún existe escasez de estudios autoecológicos. Para contribuir a superar esta falta de información, el Instituto de Fomento Pesquero está ejecutando un monitoreo (convenio GORE Coquimbo-IFOP) en conjunto con organizaciones camaroneras en la cuenca del río Choapa, tendiente a conocer las condiciones ambientales del hábitat fluvial y el estado en que se encuentran las poblaciones de Cc que allí ocurren. El estudio contempla el monitoreo estacional de ocho sitios de muestreo localizados entre los 40 y 750 msnm (ca. 80 km de eje fluvial). En cada sitio se realizará un a) monitoreo ambiental, mediante estimaciones de heterogeneidad de hábitat (índice de hábitat fluvial), composición de sustrato (refugio), mediciones de hidrodinámica (índice de estrés hidráulico) y variables físicas y químicas de la columna de agua; y b) monitoreo poblacional de Cc, mediante estimaciones de captura por unidad de esfuerzo, sexaje, abundancia (n° de individuos), peso (g), longitud total (mm) y longitud cefalotorácica (mm). Las variables se analizarán mediante la utilización de herramientas multivariadas. Entre los resultados esperados se encuentra identificar eventuales correlaciones entre variables ambientales y poblacionales, y generar conocimiento que contribuya a la gestión y conservación de este recurso dulceacuícola.

# CEREMONIA DE CLAUSURA

---

**Se otorga reconocimiento a**

**Wladimir P. Steffen Riedemann**

**por su vasta y significativa contribución como Académico e Ingeniero,  
al desarrollo de la Limnología en Chile.**

**L**a Sociedad Chilena de Limnología hace propicia la celebración de su XV Congreso para hacer un reconocimiento formal a la trayectoria profesional y académica de su Socio Fundador Ing. Wladimir Patrick Steffen Riedemann, “Pachy”. La Limnología es marco de referencia para el desarrollo de un amplísimo rango de intereses científicos y por ello el espectro de técnicas metodológicas en ella aplicadas es igualmente amplio. Sin embargo, la primera aproximación al conocimiento de los cuerpos de agua, particularmente de los lagos, requirió de la navegación y del manejo de instrumentos de muestreo de gran tamaño y peso (ecosonda, compás, batitermógrafo, botellas Ruttner y Nansen, nasas, redes de arrastre y estacionarias, etc) como técnicas básicas de operación.



Es en ese contexto que la labor pionera de Wladimir Steffen cobra relevancia como Integrante del grupo de trabajo del Dr. Hugo Campos, en el Instituto de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile, en Valdivia. Pachy fue el articulador y conductor de la actividad de terreno que culminó en la caracterización geomorfológica, física y química de los grandes lagos denominados “araucanos”, en el centro-sur de Chile.

La obtención de la información (data) pertinente a esos objetivos, en condiciones climáticas muchas veces extremadamente adversas, permite calificar la labor de Pachy y de su estrecho colaborador Don Raúl Arriagada Mopuy, como heroica. Obtener la información necesaria para reconstruir la batimetría de lagos del tamaño del Ranco o del Llanquihue a bordo de una embarcación abierta, manteniendo el rumbo en largas singladuras (transectos) sin error pese a la deriva inducida por el viento y el oleaje, es sin duda una tarea titánica. En esas circunstancias Pachy debió aplicar no sólo capacidad técnica sino también buen juicio

para tomar las decisiones operacionales más adecuadas a las condiciones imperantes en los lagos.

La experiencia ganada en largos años de duro trabajo ha sido compartida por Pachy a través de la docencia brindada a un sinnúmero de estudiantes tanto de pre como de postgrado en la Universidad Austral de Chile y en la Universidad Católica de Temuco. El desempeño académico de Pachy destaca entre sus pares por su reconocida capacidad para superar las dificultades del trabajo de terreno manteniendo siempre el buen ánimo, por la calidad de la información obtenida en esos trabajos, por el juicio ponderado y oportuno en la elaboración de publicaciones e informes y por la siempre presente disposición a compartir generosamente conocimientos y experiencias, tanto con colegas, como con estudiantes.

Por ello la Sociedad Chilena de Limnología rinde tributo a su aporte técnico-científico y a su excepcional calidad humana, que esperamos sea estímulo y ejemplo para las nuevas generaciones de limnólogos en nuestro país.

***¡Muchas gracias Pachy!***

---

## INDICE DE AUTORES

### A

- Adonay S, 87
- Aguayo C, 50, 78
- Aguayo M, 69
- Aguayo MF, 50, 78, 79
- Almanza V, 63, 65
- Almonacid K, 84
- Alvarado C, 41
- Álvarez D, 63, 65, 76
- Arancibia P, 90
- Araneda A, 69, 76
- Araya F, 33
- Arismendi I, 16, 44
- Arumí J, 90
- Ascencio E, 69, 91
- Azocar M, 63

### B

- Báez P, 80
- Barrera M, 72
- Becerra C, 84
- Beltrán-Fernández S, 34
- Boyero L, 14
- Bustos L, 48

### C

- Cancino F, 35
- Caputo L, 35, 64, 66
- Cárcamo F, 93
- Cárdenas L, 35, 66
- Caro N, 76
- Carrasco R, 58
- Castañeda L, 35
- Castillo- Toro C, 36
- Cheuquepan P, 38, 53, 59, 67, 75, 85
- Cifuentes, F, 38, 53, 59, 67, 75, 85
- Colin N, 37, 86
- Contreras A, 39, 68
- Contreras C, 69, 91
- Cornejo C, 58
- Correa-Araneda F, 22, 34, 38, 43, 53, 54, 59, 67, 75, 85
- Cruces F, 69, 91
- Cuevas C, 70, 73

### D

- De los Rios P, 39, 68, 79
- Díaz G, 44
- Díaz L, 61
- Diaz M E, 23, 33, 38, 45, 53, 54, 59, 67, 75, 85
- Diaz P, 47
- Dieterich A, 71
- Dumont P, 40
- Duran V, 72

### E

- Encina F, 41
- Esparza M, 42
- Esse C, 39, 42, 53, 54, 59, 67, 75, 85
- Etcharren P, 31

### F

- Fabres A, 80
- Fagel N, 65
- Faúndez V, 46
- Ferrada M, 88
- Fierro P, 44, 64, 74
- Figueroa A, 66
- Figueroa D, 50, 78
- Figueroa E, 60
- Figueroa R, 23, 33, 34, 45, 49, 54
- Figueroa S, 48, 87
- Fredes D, 24
- Fuentealba C, 46
- Fuentes N, 47, 89
- Fuentes R, 35

### G

- Gaete H, 71
- Galán A, 48, 87
- Gallo J, 49
- García J, 82
- Gómez-Capponi F, 54
- González D, 46
- González P, 48, 58, 86
- González. K, 50, 70, 73, 78
- Górski K, 37
- Gutiérrez L, 49

### H

- Habit E, 37, 44
- Henríquez L, 93
- Hernandez, V, 34
- Hernández-Gotelli A, 74
- Hodges C, 50
- Holzapfel C, 64

### J

- Jana-Pinninghoff P, 76
- Jaque-Jaramillo X, 38, 43, 53, 59, 67, 75, 85
- Jara C, 77
- Jara P, 77
- Jara-Flores A, 44
- Jaramillo A, 52
- Jaramillo, J, 27
- Jiménez, C, 58
- Juri-Álvarez G, 51

**L**

- Ladera, 66
- Lagos F, 87
- Lagos O, 90
- Lara F, 37
- Lara G, 39, 50, 78, 79
- Lara T, 58, 63, 65
- Latsague M, 39, 79
- Latúz H, 52
- León J, 28
- Letelier S, 80
- Llanquín-Rosas F, 81
- Lobos P, 63
- López R, 30
- Lorca A, 64

**M**

- Machuca J, 82
- Manosalva A, 37
- Márquez M, 83
- Martín J, 38, 53, 59, 67, 75, 85
- Monge T, 30
- Moreno C, 60
- Muñoz A, 77

**N**

- Nimptsch J, 27, 64, 82, 84, 92
- Norambuena H, 77
- Núñez D, 54

**O**

- Orellana C, 38, 53, 59, 67, 75, 85
- Osorio S, 84
- Oyarzo C, 61

**P**

- Pacheco T, 87
- Palma A, 52, 55
- Parodi J, 56
- Parra O, 9, 45, 63
- Pavez M, 48
- Pedreros P, 63, 65
- Peña S, 48, 58, 86, 87
- Perez C, 61
- Perfetti A, 76
- Pesse N, 61
- Pose M, 88

**Q**

- Quezada-Romegialli C, 57, 81
- Quijano D, 66

**R**

- Ramírez E, 30
- Rebolledo A, 80
- Rios-Henríquez C, 47, 89
- Rivera D, 90
- Rivera P, 69, 91
- Rodríguez C, 87
- Rojas P, 57
- Rojas X, 30
- Rubio D, 70
- Rucci C, 88
- Ruybal C, 90
- Ryan K, 92

**S**

- Saavedra P, 43, 75, 85
- Sabando M, 57
- Santander R, 38, 43, 75, 85
- Schladow G, 18
- Suárez ML, 23
- Suescun V, 66

**T**

- Tapia J, 74
- Torrejón F, 65, 76
- Torres D, 93
- Torres-Ramírez P, 48
- Troncoso M, 48, 58, 76, 86
- Tucca F, 30, 41

**U**

- Ulloa A, 38, 53, 59, 67, 75, 85
- Urbina M, 34
- Urrutia R, 63, 65, 76
- Urzúa A, 37

**V**

- Valdebenito I, 60, 73
- Valdebenito M, 60
- Valdovinos C, 44
- Valenzuela B, 76
- Valenzuela X, 83
- Vargas G, 49
- Vargas-Chacoff L, 44, 74
- Vega R, 41, 61
- Velasco M, 49
- Velásquez C, 93
- Vergara C, 76
- Vidal M, 64
- Vidal-Abarca R, 23
- Vila I, 36, 57, 81

**W**

- Williams P, 86
- Woelfl S, 26, 27, 64, 84, 92



Salto Llanada Grande, Cochamó, Región de Los Lagos.  
Autor: Paulo Dumont

Portada: Lago Villarrica. Playa de Pucón, Región de La Araucanía. Autor: Jorge Nimptsch

Se prohíbe la reproducción total o parcial de las imágenes de este libro sin la autorización previa de su autor.