

Distribución de la macrofauna bentónica en el lago costero Budi, Sur de Chile

Distribution of the macrobenthic fauna in the Budi coastal lagoon, southern Chile

Carlos Bertrán¹, Luis Vargas-Chacoff^{1,2}, Fernando Peña-Cortés³,
Roberto Schlatter¹, Jaime Tapia⁴ y Enrique Hauenstein⁵

¹Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. cbertran@uach.cl

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España

³Laboratorio de Planificación Territorial, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile

⁴Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile

⁵Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile

Abstract.- We describe the benthic macroinvertebrate associations Budi coastal lagoon southern Chile, salt nature. They relate the abundance and biomass species with organic matter levels and types of sediment, 9 stations were chosen for sampling. The muddy bottom is the substrate dominates more than gravel, which is the least represented. Organic matter showed the highest percentages in the mud at stations Allipén and Temo with 87.35 and 84.29% respectively. 8 species were identified, distributed in the Phyla: Annelida (2), Arthropoda (3) and Mollusca (3), being *Prionospio patagonica* (Polychaeta, Spionidae) and *Littoridina cumingi* (Mollusca, Cyamiidae) the most abundant species. The highest recorded average abundance per sampling station corresponded to 351 ind. m⁻² and the highest average biomass was 1.0132 g m⁻² at the station Deume 2. The lowest values of diversity are consistent with the highest values of dominance. ABC curves, indicate that the Budi River, Temo, Allipén, Bolleco, Botapulli, Deume 1 y Deume 3 stations have low disturbance. The results of nonparametric ordination (MDS) indicate that there is a clear segregation into two groups. The main difference between stations is the abundance of the polychaete Spionidae *Prionospio patagonica*. Different macroinvertebrate communities are closely related to the levels of organic matter and sediment. It states that the macrofauna community comes in two segregations, which are related to coastal features of the lake.

Key words: *Littoridina cumingi*, macrozoobentos, Mollusca, Polychaeta, *Prionospio patagonica*

Resumen.- Se describen las diferentes asociaciones de macroinvertebrados bentónicos del lago costero Budi, Sur de Chile, de naturaleza salada. Se relacionan la abundancia y biomasa de especies con los niveles de materia orgánica y tipos de sedimento, para lo cual se eligieron 9 estaciones de muestreo. El fondo fangoso es el sustrato que domina sobre el de grava, que es la menos representada. La materia orgánica presentó sus mayores porcentajes en el fango de las estaciones Allipén y Temo con 87,35 y 84,29% respectivamente. Se determinaron diferencias significativas entre las estaciones tanto para % textural como materia orgánica. Se identificaron 8 especies, distribuidas en los Phyla: Annelida (2), Arthropoda (3) y Mollusca (3), siendo *Prionospio patagonica* (Polychaeta, Spionidae) y *Littoridina cumingi* (Mollusca, Cyamiidae) las especies más abundantes. La mayor abundancia promedio registrada por estación de muestreo correspondió a 351 ind. m⁻² y la mayor biomasa promedio fue de 1,0132 g m⁻² en la estación Deume 2. Los valores más bajos de diversidad concuerdan con los valores más altos de Dominancia. El análisis de curvas ABC, señalan que las estaciones río Budi, Temo, Allipén, Bolleco, Botapulli, Deume 1 y Deume 3 presentan una baja perturbación. Los resultados de la ordenación no paramétrica (MDS), indican que existe una evidente segregación en dos grupos. La principal diferencia entre las estaciones es la abundancia del poliqueto Spionidae *Prionospio patagonica*. Las diferentes comunidades de macroinvertebrados presentan una estrecha relación con los niveles de materia orgánica y sedimentos. Se establece que la comunidad de la macrofauna se presenta en dos segregaciones, las que se relacionan con las características ribereñas del lago.

Palabra clave: *Littoridina cumingi*, macrozoobentos, Mollusca, Polychaeta, *Prionospio patagonica*

INTRODUCCIÓN

La creciente utilización de los cuerpos de agua continentales, debido a diversas actividades efectuadas por el hombre (e.g., recreación, turismo, cultivos, receptores de vertidos, etc.) constituye una amenaza de cambio en la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas

(Anzari *et al.* 1986, Brown *et al.* 1987, Parra 1988, Weston 1990). Especialmente entre la zona centro-sur (región del Biobío) y sur de Chile (región de los Lagos, se han realizado investigaciones relacionadas principalmente con las características físico-químicas de las aguas y/o la

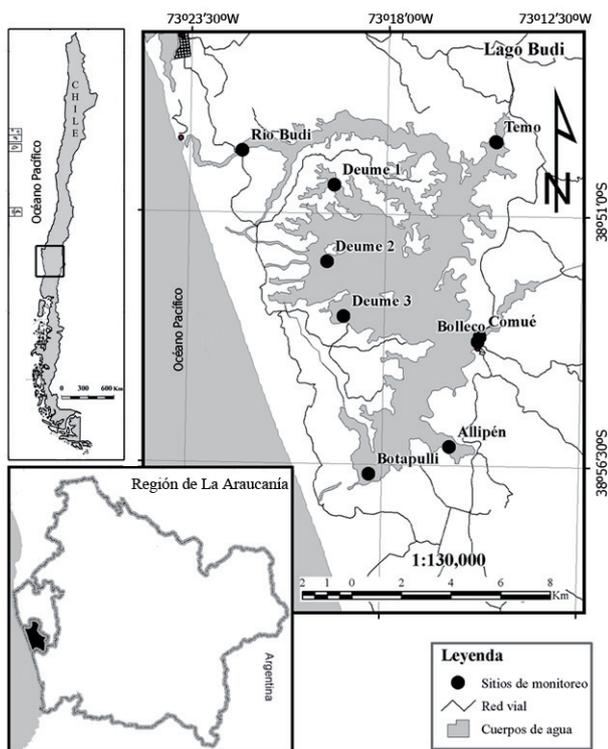


Figura 1. Localización del lago Budi, ubicación del área de estudio y muestreo de estaciones submareales. Los círculos negros indican la ubicación de las estaciones de muestreo en el lago Budi / Map of Budi lake, location of study area and subtidal sampling stations. The black circles indicate the location of sampling stations in Budi lake

composición de la macroinfauna en ambientes lacustres (Campos 1984, Campos *et al.* 1984, 1987, 1988, 1989, 1990), de ríos (Stuardo 1988, Valdovinos *et al.* 1993, Arenas 1995) y estuarios (Bertrán 1984, 1989, Bravo 1984, Jaramillo *et al.* 1984, 1985a, 1985b, 1992, Turner 1984, Richter 1985, Quijón & Jaramillo 1993). Otro tipo de ecosistema de aguas continentales son los lagos costeros, los que se encuentran poco representados en Chile, citándose al lago Budi, Huillinco y Cucao (Stuardo & Valdovinos 1989, Bertrán *et al.* 2006), entre los más representativos.

Los lagos costeros, por su ubicación geográfica, constituyen uno de los pocos sitios que presentan influencia de aguas marinas (Stuardo & Valdovinos 1989). Este ingreso de aguas de mayor salinidad a su interior, aunque de manera ocasional, permite la presencia de una fauna con características estuarinas. Esta razón considera a los lagos costeros como una unidad ecosistémica junto con los estuarios (Day & Yáñez-Arancibia 1982, Stuardo & Valdovinos 1989, Stuardo *et al.* 1989).

Dada la singularidad ambiental y la fragilidad ecosistémica de los lagos costeros (Bertrán *et al.* 2006), es prioritario conocer el estado actual de estos cuerpos de agua, en especial su fauna bentónica. Al respecto, Pearson & Rosenberg (1978) y Warwick (1986), han mencionado la importancia de estudiar las comunidades bentónicas, porque sus integrantes serían de hábitos sedentarios y constituyen importantes eslabones en las cadenas tróficas, que serían afectadas por las actividades humanas. De esta manera, la macroinfauna refleja más fielmente el estado y comportamiento de cada cuerpo receptor que cualquier otro constituyente del ecosistema. Wilson (1994) menciona la importancia de estudiar a los organismos bentónicos, por considerarse bioindicadores de las condiciones del ambiente, indicadores de contaminación y de la salud del sistema. Incluso, Bilyard (1987) sugiere que los organismos bentónicos debieran ser incluidos como el componente más importante en todos los programas de monitoreo ambiental.

El lago Budi, es un lago costero que se inicia aproximadamente a 1 milla al sur del estuario del río Imperial, en la desembocadura del río Budi, Sur de Chile (Fig. 1). Según Stuardo & Valdovinos (1989), el río Budi no sería un río propiamente tal, sino un canal meándrico que une esporádicamente al lago con el mar, desde fines de otoño (mayo) hasta comienzos de primavera (septiembre y octubre); posteriormente el lago se separa del mar por la formación de una barrera de arena, la cual es abierta de forma mecánica por el hombre, en los períodos de mayor precipitación. El lago costero tiene un cuerpo de agua de 57,4 km² de superficie (Bertrán *et al.* 2006).

En la composición del entorno del lago Budi es posible reconocer diferentes biotopos, como por ejemplo: riberas cubiertas y/o desprovistas de vegetación, playas arena-fangosas y con sedimentos de alto contenido de materia orgánica, proveniente principalmente de las áreas aportantes de la cuenca. Cada uno de estos ambientes debería poseer su propia fauna, según sea la ubicación, características y particular oferta alimentaria disponible. Para aquellos sitios donde la vegetación es abundante hasta la línea de costa, el aporte de material alóctono se debiera transformar en importante fuente de alimento para la fauna, a diferencia de aquellos sitios donde las riberas se componen de playas de gravas. La composición faunística también dependerá de la concentración de material fino (limo-arcilla) presente en el lugar y de los contenidos de material orgánico disponible. Por lo tanto la estructura de las asociaciones de macroinvertebrados respondería a

los diferentes tipos de hábitats presentes y a las pautas de perturbación antrópica.

El objetivo de este estudio, fue determinar, cuantificar y describir, las asociaciones de macroinvertebrados que habitan en el bentos del lago Budi, relacionar sus abundancias y biomásas con los niveles de materia orgánica y su relación con los sedimentos existentes. Además se postula que la estructura comunitaria de la macroinfauna presenta diferentes agrupaciones que están relacionadas con las características ribereñas del lago.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para caracterizar el área de estudio en el lago Budi (38°49'30"S, 73°23'30"W), se determinaron 9 estaciones de muestreo (Fig. 1), de acuerdo a las principales subcuencas asociadas en cada una de ellas.

El muestreo de sedimento y de los macroinvertebrados bentónicos del lago costero se realizó con una draga Emery (0,025 m²). Se realizó un tamizaje vía húmeda, utilizando tamices de 1,0 φ para separar la grava y de 4 φ para separar la arena de la fracción fango.

La fauna fue separada determinada y cuantificada utilizando un estereomicroscopio. Con la información obtenida se confeccionó una hoja de cálculo, a partir de la cual se obtuvieron los parámetros comunitarios (Kleinn *et al.* 1990): se utilizó el índice de Diversidad de Shannon Wiener y el índice de Dominancia de Simpson (Brower & Zar 1977). Además, se realizó un análisis de la estructura comunitaria según su abundancia mediante el uso de Escalamiento Multidimensional no Métrico (MDS) y un Análisis de Clasificación Numérica, ambos estimados con el Índice de Similitud de Bray-Curtis, usando el software PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological

Research). Para determinar la calidad o grado de alteración del lago costero se calcularon las curvas de abundancia y biomasa acumulada (curvas ABC) (Warwick 1986).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para realizar el Análisis de la Varianza (ANOVA), los datos (de sedimento y macroinfauna) fueron transformados mediante Arcos √P (transformación óptima para los porcentajes) probando los supuestos de normalidad mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Lilliefors y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene's. Posteriormente se realizó el ANOVA de una vía para comparar la macroinfauna entre las estaciones. Posteriormente, para determinar diferencia entre las estaciones consideradas, tanto para la macroinfauna como para los sedimentos, se realizó el análisis *a posteriori* de Tuckey HSD. Se utilizó un nivel de significancia estadística de 0,05.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS

Las fracciones de grava, arena y fango están representadas en el lago Budi pero con diferentes porcentajes según la ubicación de las estaciones. Los mayores porcentajes de grava se registraron en la estación Comué con 9,05%, los de arena en Deume 2 con un 82,68% y la fracción de fango en Allipén con un 89,61%. El fango es la fracción mayormente representada en todo el lago y por el contrario la grava fue la menos representada (Tabla 1).

La materia orgánica presentó sus mayores porcentajes en la fracción fango en las estaciones Allipén y Temo con 87,35 y 84,29 % respectivamente. Las estaciones con

Tabla 1. Porcentaje textural y orgánico de las distintas fracciones que componen el sedimento del lago Budi. Se presentan valores promedio por estación (n = 5) ± error estándar. Los símbolos similares indican los grupos que no presentan diferencias significativas (ANOVA y test de Tuckey) P < 0,05 / Textural and organic percentages in different fractions of Budi lake sediments. Average values of sampling site (n = 5) ± standard error are shown. Similar symbols indicate groups that are not statistically different (ANOVA and Tuckey test) P < 0.05

	Río Budi	Temo	Allipén	Comué	Bolleco	Botapulli	Deume 1	Deume 2	Deume 3
Textural (%)									
Grava	1,07 ± 0,1*	0,19 ± 0,0	0,22 ± 0,0	9,05 ± 0,9 [#]	6,75 ± 1,0* [#]	0,66 ± 0,0	1,48 ± 0,2*	2,77 ± 0,2*	1,00 ± 0,1*
Arena gruesa	70,37 ± 4,5 [#]	11,93 ± 0,7	10,17 ± 0,7	38,21 ± 1,5*	48,30 ± 2,3*	80,62 ± 1,7 [#]	17,88 ± 1,3 ⁺	82,68 ± 0,6 [#]	18,88 ± 0,4 ⁺
Fango	28,56 ± 4,4 ⁺	87,88 ± 0,7*	89,61 ± 0,6*	52,74 ± 1,0 [#]	44,95 ± 3,1 [#]	18,72 ± 1,7 ^{±a}	80,64 ± 1,2*	14,55 ± 0,6 ^a	80,12 ± 0,4*
Orgánico (%)									
Grava	1,38 ± 0,4*	0,43 ± 0,1	0,33 ± 0,1	4,42 ± 0,3 ⁺	8,55 ± 1,3 ⁺	4,32 ± 1,4 ⁺	0,45 ± 0,0	3,46 ± 0,2 ⁺	0,41 ± 0,0
Arena	27,58 ± 1,8* ⁺	15,28 ± 1,2 ^{±#}	12,32 ± 1,1 [#]	31,25 ± 1,3*	36,16 ± 1,9*	33,42 ± 1,3*	20,26 ± 1,5 ⁺	43,07 ± 5,6*	21,03 ± 2,0 ⁺
Fango	71,04 ± 1,8 ⁺	84,29 ± 1,3*	87,35 ± 2,5*	64,33 ± 1,5 ⁺	55,28 ± 3,2 [#]	62,27 ± 1,8 ⁺	79,30 ± 1,6*	53,47 ± 2,7 [#]	78,56 ± 2,1*

menor porcentaje de materia orgánica en alguna fracción fueron Allipén y Deume 3 (ambas en la grava) con 0,33 y 0,41 % respectivamente (Tabla 1)

El análisis estadístico de los datos de porcentaje textural de sedimento entre las estaciones muestran diferencias significativas, grava ($F_{(8,36)} = 15,537, P < 0,05$), arena ($F_{(8,36)} = 50,028, P < 0,05$), y fango ($F_{(8,36)} = 47,026, P < 0,05$). Además, los datos de materia orgánica presentaron diferencias significativas entre las estaciones para la grava $F_{(8,36)} = 7,466, P < 0,05$, para la arena fue $F_{(8,36)} = 7,035, P < 0,05$ y para el fango $F_{(8,36)} = 8,343, P < 0,05$. El análisis *a posteriori* mostró diferencias significativas entre las estaciones. Estos análisis se realizaron considerando las variable textural y las estaciones que presentaron las mayores diferencias fueron Comué en grava, Deume 3 en arena y Deume 2 en fango. También se realizó estos análisis *a posteriori* en el porcentaje de materia orgánica siendo Bolleco en la grava, Deume 2 en la arena y Allipén en el fango las que presentaron las mayores diferencias.

COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA

El número de taxa en el lago Budi fue de 8 especies, distribuidas en los Phyla: Annelida (2), Arthropoda (3) y Mollusca (3), siendo *Prionospio patagonica* (Polychaeta, Spionidae) la especie más abundante (Tabla 2). Las mayores abundancias promedios de *P. patagonica* se presentaron en las estaciones Río Budi, Botapulli, Deume 1 y Deume 2. La mayor abundancia promedio registrada por estación de muestreo correspondió a 351 ind. m⁻² y la mayor biomasa promedio a 1,0132 g m⁻² en la estación Deume 2 (Tabla 3).

Los parámetros comunitarios mostraron que altos valores de Dominancia en la estación Botapulli con 0,89 son explicados por la alta abundancia del poliqueto *P. patagonica* (201 ind. m⁻²) y valores bajos en la estación Comué (0,27), serían principalmente por la baja abundancia de esta misma especie (14 ind. m⁻²) (Tabla 4). Los mayores valores de Diversidad (H') concuerdan con los valores más bajos de Dominancia, así la estación Comué registró un valor H' de 2,04 y de 0,20 en la estación Botapulli.

Tabla 2. Descripción de la abundancia de la macrofauna del lago Budi (n = 5 Réplicas) (Ind. m⁻²) / Macrofauna abundance description in Budi lake (n = 5 replicates) (Ind. m⁻²)

	Río Budi	Temo	Allipén	Comué	Bolleco	Botapulli	Deume 1	Deume 2	Deume 3
<i>Chilina</i> sp.								2	
<i>Eatoniella</i> sp.	2	1	6	4	2	2	21	142	1
<i>Kingiella chilénica</i>	1				1		2	14	
<i>Tubifex</i> sp.				1	2				
<i>Prionospio patagonica</i>	150	20	47	14	38	201	277	184	37
<i>Paracorphium hartmannorum</i>	9	1	1	15	36	2	1	7	
Chironomidae			1	2	6	1	5	1	1
Idoteidae		1		1			2	1	1
Hidrocarina				1					

Tabla 3. Descripción de la biomasa de la macrofauna del lago Budi (n = 5 réplicas) (g m⁻²) / Macrofauna biomass description in Budi lake (n = 5 replicates) (g m⁻²)

	Río Budi	Temo	Allipén	Comué	Bolleco	Botapulli	Deume 1	Deume 2	Deume 3
<i>Chilina</i> sp.								0,013	
<i>Eatoniella</i> sp.	0,014	0,001	0,014	0,015	0,019	0,013	0,159	0,662	0,001
<i>Kingiella chilénica</i>	0,003				0,007		0,002	0,307	
<i>Tubifex</i> sp.				0,001	0,001				
<i>Prionospio patagonica</i>	0,045	0,006	0,009	0,006	0,014	0,059	0,062	0,026	0,009
<i>Paracorphium hartmannorum</i>	0,003	0,001	0,001	0,003	0,006	0,001	0,001	0,002	
Chironomidae			0,002	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001
Idoteidae		0,002		0,031			0,008	0,004	0,004
Hidrocarina				0,001					

Tabla 4. Parámetros comunitarios, riqueza de especies, abundancia, diversidad y dominancia promedio calculadas para las nueve estaciones del lago Budi / Communitarian parameters, species richness, abundance, diversity, and dominance, they are averaged by nine Budi lake stations

Estaciones	Riqueza de Especies	Abundancia (ind. m ⁻²)	Dominancia D	Diversidad H'
Río Budi	4	162	0,7710	0,4580
Temo	4	23	0,6173	0,7654
Allipén	4	55	0,6236	0,7527
Comué	7	38	0,2734	2,0400
Bolleco	6	85	0,3640	1,6440
Botapulli	4	206	0,8991	0,2017
Deume 1	6	308	0,7603	0,6195
Deume 2	7	351	0,4994	1,4050
Deume 3	4	40	0,7484	0,5032

De acuerdo al criterio propuesto por Warwick (1986), para detectar la severidad de una alteración en una comunidad de macrozoobentos, se utiliza el comportamiento de las curvas ABC. Los resultados indicaron 2 agrupaciones: las estaciones Comué y Deume 2 que no presentan alteraciones y las estaciones Río Budi, Temo, Allipén, Bolleco, Botapulli, Deume 1 y Deume 3 que presentaron una curva de abundancia levemente mayor a la biomasa, sugiriendo un moderado estado de alteración (datos no mostrados). Para una mejor visualización de estas diferencias se realizó una ordenación (MDS) (Fig. 2A), en la que identificamos dos grupos de estaciones: grupo A, conformado por las estaciones más próximas al Oeste del cuerpo de agua y del área litoral (Río Budi, Botapulli, Deume 1 y Deume 2). El grupo B, que reúne a las estaciones del sector Este, cercano a los asentamientos humanos, la localidad de Puerto Domínguez y el área continental (Temo, Allipén, Bolleco, Comué y Deume 3). Lo descrito en el Análisis de Clasificación Numérica (Cluster) refuerza lo que se describe en el Escalamiento Multidimensional no Métrico (MDS) (Fig. 2B). Las principales diferencias entre ambos grupos fueron dadas por la abundancia del poliqueto *Prionospio patagonica* y por ende del patrón de las asociaciones de macroinvertebrados bentónicos.

El análisis de varianza realizado con los datos de abundancia y biomasa entre las estaciones presentó diferencias significativas (ANOVA a una vía $F_{(8,36)} = 11,232$, $P < 0,05$; $F_{(8,36)} = 8,078$, $P < 0,05$, respectivamente). El análisis *a posteriori* mostró diferencias significativas entre

las estaciones. Estos análisis se realizaron considerando las variables de abundancia y biomasa en cada caso, siendo la estación Deume 2 la que presentó las mayores diferencias.

DISCUSIÓN

El análisis textural señaló diferencias estadísticamente significativas entre las diversas estaciones del lago costero Budi y entre las diferentes fracciones del sedimento. Los resultados indican que el sedimento del lago estuvo constituido principalmente por fango y en segundo lugar por arena, lo que concuerda con lo expresado por Bertrán *et al.* (2006). Esto se explica por la configuración geomorfológica de la cuenca, plataformas en los lomajes aledaños con un espeso manto de material fino (arcilla) que cubre los depósitos de roca metamórfica del Paleozoico (Peña-Cortés *et al.* 2006¹, 2006a), además pendientes moderadas y una baja cobertura vegetal, lo que favorece el arrastre del material fino hacia el cuerpo lacustre.

El porcentaje de materia orgánica presente en el sedimento es alto en comparación con otros estudios (Drake & Arias 1997, Bertrán *et al.* 2006), con diferencias estadísticas entre las estaciones y entre las fracciones que componen el sedimento, lo que se contrapone a lo registrado para este mismo lago por Bertrán *et al.* (2006). Además, otros autores han citado valores aun más bajos de materia orgánica tanto para lagos costeros como para estuarios, es el caso del sistema de lago costero en la bahía de Cádiz (Drake & Arias 1997), el curso inferior del

¹ Peña-Cortés F, E Hauenstein, T Durán, C Bertran, R Schlatter & J Tapia. 2006. Análisis Integrado del Borde Costero de la IX Región. Propuestas y criterios para la planificación ecológica de sus humedales. Proyecto FONDECYT 1030861, Informe de avance, Temuco, Chile.

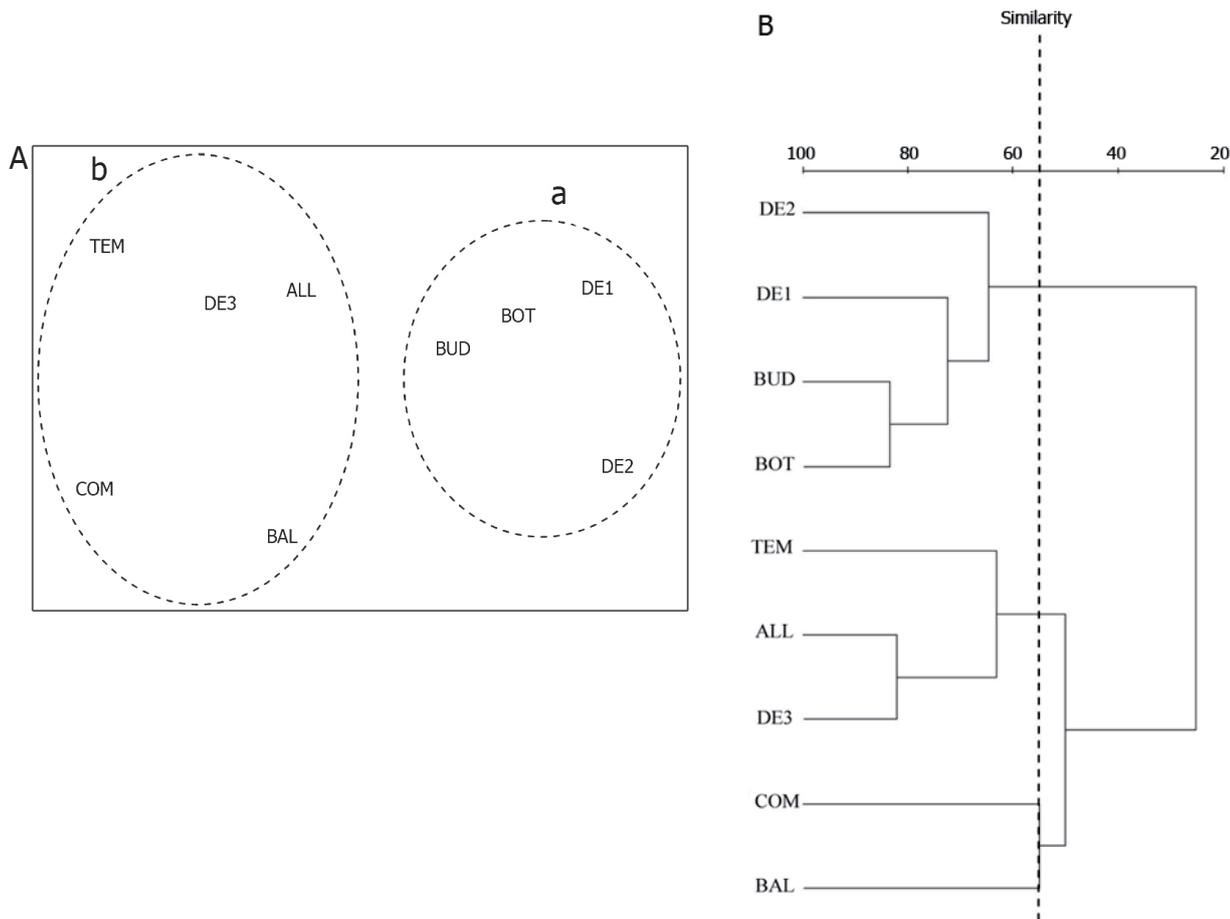


Figura 2. Gráficas de la comunidad macrobentónica en las diferentes estaciones de muestreo: A) Multidimensional scaling (MDS), dividiendo el lago Budi en 2 grandes grupos. B) Análisis de Cluster o índice de similitud de Bray-Curtis, el grupo de muestras entrega un 50% de similitud / Macrobenthic community graph in different stations of sampling: A) Multidimensional scaling (MDS), Budi lake dividing into 2 groups. B) Analyzes of similarity the Bray-Curtis, the group of samples showed at 50% of similarity

río Biobío (Bertrán *et al.* 2001) y el estuario de Queule (Jaramillo *et al.* 1984). Esto indicaría que este lago costero, tiene valores porcentuales muy altos en los contenidos de materia orgánica, debido a 3 posibles causas: La primera, es su condición de lugar cerrado, sin mayores corrientes y con una alta tasa de aporte de nutrientes (Peña-Cortés *et al.* 2006¹). La segunda causa sería que esta materia orgánica aumenta, debido a que el uso principal en la cuenca hidrográfica es el agrícola, el cual está asociado a pequeños propietarios (uso intensivo) con manejo en pendientes, en un paisaje de lomajes costeros (Peña-Cortés *et al.* 2006a). Este supera en todas las subcuencas aportantes en promedio el 50% del total del uso de la cuenca hidrográfica y se caracteriza por cultivos con baja cobertura vegetal (< 50%) en los meses invernales (*e.g.*, trigo, papa) y técnicas

rudimentarias (*e.g.*, cultivo en el sentido de la pendiente). La estación de muestreo con mayor porcentaje de materia orgánica (Temo) concuerda con la subcuenca más grande en superficie (10.445 ha) y donde se presenta el mayor porcentaje de uso agrícola (77%). Precisamente, Peña-Cortés *et al.* (2006b) indicaron que el 98% de la superficie total de la cuenca del lago Budi presenta altos grados de alteración, debido a la fragilidad e inestabilidad de las subcuencas, por otro lado, la presencia de la localidad de Puerto Domínguez, con 600 habitantes aproximadamente, contribuye con sus residuos domiciliarios directamente al lago, al carecer de sistemas de tratamiento de aguas servidas. Una tercera explicación, sería por la gran abundancia de aves silvestres tales como: patos (*Anas georgica*, *Anas flavirostris* y *Anas platalea* entre otros),

² Peña-Cortés F, E Hauenstein, T Durán, C Bertran, R Schlatter & J Tapia. 2004-2005. Análisis Integrado del Borde Costero de la IX Región. Propuestas y criterios para la planificación ecológica de sus humedales: Proyecto FONDECYT 1030861. Informes de avances, Temuco, Chile.

cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*), cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*), gualas (*Podiceps major*), taguas (*Fulica gigantea* y *Fulica leucoptera*), gaviotas (*Larus dominicanus*), entre las más abundantes (Stuardo *et al.* 1989), que en algunos lugares superan los 5000 ejemplares (Peña-Cortés *et al.* 2004-2005²).

La composición de la macrofauna fue similar a las encontradas en otros estudios tanto para lagos costeros, como para estuarios (Bertrán 1984, 1989, Jaramillo *et al.* 1985a, 1985b, Richter 1985, Stoner & Acevedo 1990, Sfriso *et al.* 2001, Bertrán *et al.* 2001, Bertrán *et al.* 2006). Se observó una agregación de la macroinfauna de acuerdo a su abundancia mediante los análisis de las curvas ABC y ordenación de similitud de las asociaciones. La separación de las estaciones de muestreo en dos grupos, de acuerdo a lo señalado por las curvas ABC, concuerda con lo expresado por Drake & Arias (1997) para el lago de la bahía Cádiz.

El análisis de las asociaciones para la abundancia, mostró que el lago se presenta dividido en dos áreas, una de ellas al Oeste y otra al Este, sólo con la excepción de la estación Deume 3 (Fig. 1). Al dividir el lago en dos sectores según la abundancia de la macrofauna se observó que el poliqueto *Prionospio patagonica*, fue su especie más abundante y divide las dos áreas, convirtiéndose en una especie indicadora de abundancia-biomasa. Según Drake & Arias (1997) y Sfriso *et al.* (2001), al realizar tales ordenaciones de abundancia, para los lagos de Cádiz y Venice también se presentó una división en dos áreas marcada por la existencia de especies faunísticas, que determinaban ambas agrupaciones, siendo para el lago de Cádiz los poliquetos *Alkmaria* sp. y *Oriopsis* sp. y para el lago Venice *Capitella capitata* y *Gammarus aequicauda* (poliqueto y crustáceo respectivamente).

Al comparar los resultados de abundancia y diversidad de este estudio con otros lagos se observa que los valores obtenidos fueron bajos en comparación con los reportados para el lago Venice (Sfriso *et al.* 2001), lago Joyuda (Stoner & Acevedo 1990) y lago Szczecin (Maslowski 1992), que presentaron 97, 23 y 97 especies y una abundancia de entre 494 a 4018 ind. m⁻², 500 a 4000 ind. m⁻² y 409 a 20803 respectivamente, que podría explicarse principalmente por: la baja profundidad del lago Budi (*ca.* 7 m), una alta pluviometría en la región y una baja salinidad (*ca.* 6 ppm).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los revisores anónimos, la enorme ayuda y los comentarios atinentes para mejorar este manuscrito. Este trabajo ha sido posible gracias al aporte

del proyecto FONDECYT 1080317 “Efectos antrópicos sobre el paisaje costero de La Araucanía: Geoecología aplicada a la planificación y gestión territorial en cuencas hidrográficas”.

LITERATURA CITADA

- Anzariza B, S Ingle & H Parulekar. 1986.** Effect of high organic enrichment of benthic polychaete population in an estuary. *Marine Pollution Bulletin* 17(8): 361-365.
- Arenas J. 1995.** Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. *Medio Ambiente* 12(2): 39-50.
- Bertrán C. 1984.** Macroinfauna intermareal en un estuario del sur de Chile (estuario del río Lingue, Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 19(1): 33-46.
- Bertrán C. 1989.** Zonación y dinámica temporal de la macroinfauna intermareal en el estuario del río Lingue (Valdivia, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 62: 19-32.
- Bertrán C, J Arenas & O Parra. 2001.** Macrofauna del curso inferior y estuario del río Biobío (Chile): cambios asociados a la variabilidad estacional del caudal hídrico. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 331-340.
- Bertrán C, L Vargas-Chacoff, F Peña-Cortés, S Mulsow, J Tapia, E Hauenstein, R Schlatter & A Bravo. 2006.** Macrofauna bentónica de los humedales de tres lagos salinos en el borde costero del sur de Chile. *Ciencias Marinas* 32: 589-596.
- Bilyard GR. 1987.** The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Marine Pollution Bulletin* 18(11): 581-585.
- Bravo A. 1984.** Distribución de la macroinfauna submareal en los fondos blandos de la bahía Queule y estuario del río Queule. *Medio Ambiente* 7(1): 37-46.
- Brower J & J Zar. 1977.** Field and laboratory methods for general ecology, 194 pp. WC. Brown Company Publishers, Dubuque.
- Brown JR, RJ Gowen & DS Mclusky. 1987.** The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Environmental Marine Ecology* 109: 39-51.
- Campos H. 1984.** Limnological study of Araucanian lakes (Chile). *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 22: 1319-1327.
- Campos H, J Arenas, C Jara, T Gonser & R Prins. 1984.** Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysen continentales (Chile). *Medio Ambiente* 7(1): 52-64.
- Campos H, W Steffen, G Aguero, O Parra & L Zúñiga. 1987.** Limnology of lake Riñihue. *Limnologica* 18(2): 339-357.

- Campos H, W Steffen, G Aguero, O Parra & L Zúñiga. 1988.** Limnological study of lake Llanquihue. Morphometry, physics, chemistry, plankton and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie* 81: 37-67.
- Campos H, W Steffen, G Aguero, O Parra & L Zúñiga. 1989.** Estudios limnológicos en el lago Puyehue (Chile). Morfometría, factores físicos y químicos, plancton y productividad primaria. *Medio Ambiente* 10(2): 36-53.
- Campos H, W Steffen, G Aguero, O Parra & L Zúñiga. 1990.** Limnological study of lake Todos los Santos (Chile). Morphometry, physics, chemistry, plankton and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie* 117: 453-484.
- Day J & A Yañez-Arancibia. 1982.** Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. *Ciencia Interamericana* 22 (1-2): 11-26.
- Drake P & A Arias. 1997.** The effect of aquaculture practices on the benthic macroinvertebrate community of a lagoons system in the bay of Cádiz (Southwestern Spain). *Estuaries* 20(4): 677-688.
- Folk RL. 1980.** Petrology of sedimentary rocks, 184 pp. Hemphill Publishing, Austin.
- Jaramillo E, S Mulow, M Pino & H Figueroa. 1984.** Subtidal benthic macroinfauna in an estuary of south of Chile: Distribution pattern in relation to sediment types. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology* 5(2): 119-133.
- Jaramillo E, C Bertrán, G Aguilar, A Turner & M Pino. 1985a.** Annual fluctuations of the subtidal macroinfauna in an estuary of south of Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 20(1): 33-44.
- Jaramillo E, S Mulow & H Figueroa. 1985b.** Intertidal and subtidal macroinfauna in the Queule river Estuary, South of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 127-137.
- Jaramillo E, C Bertrán & A Bravo. 1992.** Community structure of the subtidal macroinfauna in an estuary mussel bed in Southern Chile. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology* 13(4): 317-331.
- Klemm DJ, PA Lewis, F Fulk & JM Lazorchak. 1990.** Macroinvertebrates field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA/600/4-90/030, 255 pp. United States Environmental Protection Agency, Cincinnati.
- Maslowski J. 1992.** Botton macrofauna of the Szczecin Lagoon (north-western Poland). *Acta Hydrobiologica* 34(3): 253-274.
- Mills A. 1978.** Acomparision of methods of determining organic carbon in marine sediments with suggestions for a standar method. *Hydrobiologia* 57: 45-52.
- Parra O. 1988.** Bases ecológicas para el manejo integral de la hoya del río Biobío. En: Murcia C (ed). Programa Cuenca del Biobío. Tomo 2. Uso, manejo y desarrollo futuro de la hoya hidrográfica del río Biobío, pp. 21-29. Editorial Universidad de Concepción, Concepción.
- Pearson TH & R Rosemberg. 1978.** Macrobenthic sucesion in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 16: 229-311.
- Peña-Cortés F, G Rebolledo, K Hermosilla, E Hauenstein, C Bertrán, R Schlatter & J Tapia. 2006a.** Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Rio-Lago Budi, Chile. Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Revista Ecología Austral* 16:183-196.
- Peña-Cortés P, G Gutierrez, M Rebolledo, E Escalona, E Hauenstein, C Bertrán, R Schlatter & J Tapia. 2006b.** Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, IX región de La Araucanía, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 36: 75-91.
- Quijón P & E Jaramillo. 1993.** Temporal variability in the intertidal macroinfauna in the Queule River Estuary, South-central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 37: 655-667.
- Richter W. 1985.** Distribution of the soft-bottom macroinfauna in an estuary of southern Chile. *Marine Biology* 86: 93-100.
- Sfriso A, T Birkemeyer & P Ghetti. 2001.** Benthic macrofauna changes in areas of Venice lagoons populated by seagrasses or seaweeds. *Marine Environmental Research* 52: 323-349.
- Stoner A & C Acevedo. 1990.** The macrofaunal community of a tropical estuarine lagoon. *Estuaries* 13(2): 174-181.
- Stuardo JC. 1988.** Caracteres faunísticos generales del río Biobío y su relación con la zona costera adyacente. En: Murcia C (ed). Programa Cuenca del Biobío. Tomo I, Origen, uso y perspectivas del río Biobío, pp. 39-50. Editorial Universidad de Concepción, Concepción.
- Stuardo J & C Valdovinos. 1989.** Estuarios y lagos costeros: ecosistemas importantes del Chile central. *Ambiente y Desarrollo* 5(1): 107-115.
- Stuardo J, C Valdovinos & V Dellarossa. 1989.** Caracterización general del Lago Budi: Una laguna costera salobre de Chile central. *Ciencia y Tecnología del Mar* 13: 57-69.
- Turner A. 1984.** Zonación y estratificación de la macroinfauna intermareal del estuario del río Queule (IX Región, Chile). *Medio Ambiente* 7(1): 29-36.

Valdovinos C, J Stuardo & J Arenas. 1993. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición rítrón-potamón del río Biobío (VIII Región, Chile). Universidad de Concepción. Proyecto EULA-Chile. Serie: Monografía Científica 12: 217-248.

Warwick RM. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92: 557-562.

Weston DP. 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series* 16: 233-244.

Wilson JG. 1994. The role of bioindicators in estuarine management. *Estuaries and Coasts* 17: 94-101.

Recibido el 26 de marzo de 2010 y aceptado el 14 de abril de 2010