



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias
Escuela de Biología Marina

PROFESOR PATROCINANTE
DR. CARLOS BERTRÁN VIVES
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

PROFESOR COPATROCINANTE
DR. MAURICIO SOTO GAMBOA
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

**VARIACIÓN ESPACIO - TEMPORAL DE LA MACROINFAUNA DE LA LAGUNA
COSTERA BUDI (LAGO BUDI), IX REGIÓN, CHILE**

Tesis de grado presentada como
parte de los requisitos para optar al
título de Biólogo Marino

Elizabeth Natalia Encalada Maturana
Valdivia – Chile
2006

“Porque Él da la sabiduría,
y de su boca viene el conocimiento

y la inteligencia”
Proverbios 2:6

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradezco a Dios por permitirme vivir todas las experiencias fortalecedoras durante el transcurso de mi vida universitaria; por darme lo más importante, mis padres y hermanos que han sido mi apoyo emocional dándome siempre su amor y comprensión durante los momentos difíciles y alegres de toda mi vida y por regalarnos a Lunita que vino a alegrar mi vida con sus ojitos. Para ellos no tengo palabras....solo mi gran amor...

Agradezco a mi profesor y mentor Dr. Carlos Bertrán por su incondicional y constante orientación, afecto y respaldo académico durante la realización de esta tesis.

Al profesor MgSc. Alejandro Bravo por su amistad, apoyo académico y las muchas actividades con el grupo "Ostrako".

Al Dr. Mauricio Soto, con su ayuda logré entender una de las áreas más difíciles de la carrera.

Al director Dr. Fernando Peña-Cortés y al Proyecto FONDECYT 1030861; *Análisis integrado del Borde Costero de la Región de La Araucanía. Propuestas y criterios para la planificación ecológica de sus humedales*, por el financiamiento y

ayuda académica en esta tesis. Además, por permitirme formar parte de un grupo de trabajo seleccionado y agradable.

A mi amigo Dr. Luis Vargas © que me dio su amistad, ayuda, apoyo emocional y profesional desde lejos por medio del simpático “msn”.

Al team “Bertrán” (Pamela, Claudio y Mauricio), por las ricas onces que se superan cada semana y por hacer agradables los días de trabajo.

A mis amigos de siempre: Romy (mi mejor amiga que me ha aguantado desde el inicio de la carrera...mi hermana), Karin (mi amiga de mil batallas juntas), Angy y Carlos B. (la mejor pareja amiga que tengo y que quiero mucho), Pily (con sus famosos lobos marinos de J.F.), Diana (por su paciencia en las interminables correcciones y sus ricas onces colombianas), Cathy (con sus...”han visto mi...”), Marlys y el Haroldo (naturalmente mis amigos), familia Rojas – Ponce (que me han aguantado desde mi segundo año de carrera...en todo sentido), a Carola V., Úrsula P., Denise F., Carlos C., tía Lucía, los chicos y chicas del hogar Huachocopihue, las chicas de la pieza 404 (generación 2000) del Hogar Austral.....uffff y muchos otros que me incentivaron y estuvieron conmigo siempre dándome todo lo mejor que pude recibir de ellos, su cariño y comprensión en todos los momentos.

A todos ustedes muchísimas gracias por permitirme ser más feliz todos los días.

Ely.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
HIPOTESIS.....	14
PREDICCIONES.....	14
OBJETIVOS.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
1. Área de estudio.....	16
2. Muestreo y método analítico.....	16
3. Parámetros comunitarios.....	18
4. Análisis estadísticos.....	19
RESULTADOS.....	20
1. Características físico - químicas.....	20
2. Características del sedimento.....	20
3. Descripción de la comunidad de macroinfauna.....	21
4. Parámetros comunitarios	
4.1. Abundancia (N).....	22
4.1.1. Fauna predominante.....	22
4.1.2. Fauna con menor abundancia.....	23
4.2. Número de especies (S).....	25
4.3. Diversidad (H').....	26
4.4. Equitatividad (J').....	27
4.5. Regresión lineal.....	27
DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la laguna costera Budi (Lago Budi). Puntos de muestreo: Río Budi, Temo, Deume 1, 2 y 3, Comue, Bolleco, Allipén y Botapulli.	46
Figura 2. Gráfico de abundancia total por taxón en porcentaje.....	46
Figura 3. Gráfico de parámetros comunitarios por estación de muestreo y estaciones del año.....	47
Figura 4. Gráfico ANOVA 2 vías. Variación espacial. Parámetros comunitarios. Abundancia; Número de especies; Diversidad; Equitatividad; Materia Orgánica.....	48
Figura 5. Gráfico ANOVA 2 vías. Variación temporal. Parámetros comunitarios. Abundancia; Número de especies; Diversidad; Equitatividad; Materia Orgánica.....	49
Figura 6. Gráfico ANOVA 2 vías. Interacción variación espacial: variación temporal. Parámetros comunitarios. Abundancia; Número de especies; Diversidad; Equitatividad; Materia Orgánica.....	50

Figura 7. Gráfico Regresión lineal Materia Orgánica v/s Abundancia.....51

Figura 8. Gráfico Regresión lineal Materia Orgánica v/s Número de especies.....51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de Temperatura (°C) y Salinidad (psu) en la Laguna Costera Budi.....	52
Tabla 2. Composición del sedimento. Porcentaje textura y materia orgánica por estación de muestreo. (G= Grava; A= Arena; F= Fango) (promedio \pm desv. estándar de 5 réplicas).....	52
Tabla 3. Composición del sedimento. Porcentaje textura y materia orgánica por estación del año. (G= Grava; A= Arena; F= Fango) (promedio \pm desv. estándar de 5 réplicas).....	52
Tabla 4. Abundancias promedios de la macroinfauna (ind/m ²) recolectada en cada estación de muestreo y época del año.....	53
Tabla 5. Abundancias (ind/m ²) y porcentajes totales (%) de la macrofauna bentónica de la laguna costera Budi.....	54
Tabla 6. Abundancia total de fauna acompañante ind/m ² por estación de muestreo.....	54

Tabla 7. Abundancia total de fauna acompañante ind/m² por estación del año.....54

Tabla 8. Abundancia total ind/m². Estación del año v/s estación de muestreo.....55

Tabla 9. Resumen de parámetros ecológicos estudiados en la Laguna costera Budi. Número de taxa (S); Diversidad (H') y Equitatividad (J').....55

RESUMEN

Se estudió la composición y distribución de las comunidades macrobentónicas en la laguna costera Budi, también conocida como Lago Budi, mediante muestreos estacionales efectuados durante el año 2004. Se encontraron e identificaron un total de 28 taxa bentónicos, dominado principalmente por poliquetos, gastrópodos y bivalvos. La riqueza específica y abundancia mostraron fluctuaciones, tanto entre estaciones de muestreo como entre estaciones del año. Los análisis estadísticos demostraron diferencias significativas, correspondiente a las estaciones del año y a las estaciones al interior de la laguna costera Budi. Temporalmente el otoño presentó diferencias significativas con respecto a las otras épocas de año, lo que podría explicarse por la fluctuación de la salinidad del lugar, ya que ésta varía entre las épocas del año asociado con el nivel de pluviosidad y de la apertura o cierre de la barra. Las diferencias entre las estaciones de muestreo pueden estar directamente relacionadas con la presencia de materia orgánica en el sedimento de cada estación, la que podría estar influenciada por el aporte terrestre y éste a su vez por la profundidad de la laguna. Con relación a esto, debe considerarse la intensa actividad agrícola que se desarrolla en la mayor parte de las riberas del lago.

ABSTRACT

The composition and distribution of the macrobenthic communities on the Budi coastal lagoon (Budi Lake) was studied by means of seasonal sampling carried out in 2004. A total of 28 benthic taxa were found and identified, dominated mainly by polychaetes, gastropods and bivalves as regards abundance. The specific abundance and richness showed fluctuations, as much between sampling stations as between year seasons. The statistic analysis showed significant differences corresponding to the seasons of the year and to the seasons all along the Budi coastal lagoon. Temporarily autumn showed a more significant difference ($P < 0,05$) with regard to other seasons of the year, which could be explained by the fluctuation of the salinity of the place, since it varies between seasons depending on the rain levels and of the natural opening or it closes of the bar. The differences between sampling seasons can be directly related to the presence of organic matter in the sediment of each season which could be influenced by terrestrial support and this as well by the depth of the lagoon. In relation to this, the intense agricultural activity - which is done, mainly on the lakes banks- should be considered.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las poblaciones de organismos muestran considerables fluctuaciones en su distribución y abundancia en escalas espaciales y temporales (Menge & Olson, 1990; McArdle & Gaston, 1992; Gaston & McArdle, 1994; Underwood & Chapman, 1996; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001).

Para el caso de la macroinfauna, esta distribución se ha relacionado principalmente con ciertas variables que se encuentran presentes en la interfase agua - sedimento, donde ocurren múltiples efectos de contaminación y enriquecimiento orgánico (Glémarec, 1986). Entre las principales variables físico – químicas, que determinan la distribución de la macroinfauna, están la temperatura, la salinidad (Holland *et al.*, 1987; Beukema, 1990) y las características del sedimento, tanto texturales como en contenido de materia orgánica (Nichols *et al.*, 1986; Richter, 1985). De este modo, la macroinfauna se distribuye en distintos tipos de sedimentos (Hynes, 1970; Reece & Richardson, 1998) tales como sustratos fangosos (e.g. poliquetos spionidos; Jaramillo *et al.*, 2001), arenosos (e.g. moluscos bivalvos; Jaramillo *et al.*, 2001), con presencia de grava (e.g. insectos; Fernandez & Domínguez, 2001) y en la mezcla de estos sedimentos (e.g. anfípodos, Jaramillo *et al.*, 2001). Además presenta fluctuaciones a través del año (Bertrán, 1989; Bertrán *et al.*, 2001; Jaramillo *et al.*, 2001), generando de esta forma variaciones o diferentes patrones de distribución y abundancia (Jaramillo *et al.*, 2001).

Tal distribución relacionada con la macroinfauna, puede ser utilizada para estimar la variabilidad espacio – temporal de distintos ecosistemas, como por ejemplo lagunas costeras y estuarios. Las lagunas costeras forman parte de un tipo particular de hábitat, que corresponde a cuerpos de aguas continentales, que presentan influencia temporal de aguas marinas. El ingreso de aguas de mayor salinidad a su interior, permite la mantención de fauna con características estuarinas. Esta razón, junto con la alta variabilidad ambiental que ocurre tanto en lagunas costeras como en estuarios (Escanero, 1983) han motivado a algunos autores a considerar a ambos como una unidad ecosistémica (Stuardo & Valdovinos, 1989). Sin embargo, existe diferencias entre ambos ecosistemas, principalmente relacionados con el régimen mareal que tienen los estuarios que permiten un recambio continuo de agua marina mediante los cambios de marea, mientras que las lagunas costeras sólo tienen este contacto con el mar en ciertos periodos del año, principalmente cuando la barrera que la separa del mar se abre ya sea naturalmente o bien de forma mecánica (Stuardo & Valdovinos, 1989).

El papel ecológico que cumplen las lagunas costeras, como el Lago Budi (del mapudungun Fuhdi = salobre), es servir como sitio de refugio, reproducción, alimentación, desarrollo y crecimiento de muchas especies de animales y plantas, debido principalmente a una alta concentración de nutrientes que son depositados en su interior por los ríos que confluyen a ella, haciéndolos sistemas altamente productivos (González & Torruco, 2000). Dada sus características particulares se llevó a establecer esta laguna costera como un Área Silvestre Protegida, presentando importantes áreas de anidación y reproducción de aves que se

encuentran presentes con más de 100 especies (Carrasco, 1997). Así mismo, la presencia del hombre no debe ser descartada, ya que en gran parte del borde costero se encuentran presentes habitantes que tienen sus terrenos de cultivo, principalmente de cereales y leguminosas, que junto con aproximadamente 1800 Ha de praderas artificiales crean un ambiente de intenso trabajo agrícola y una fuente potencial de enriquecimiento orgánico para la laguna costera (Peña-Cortés *et al.*, 2005).

Es por esta razón que el estudio en esta área, ayudará a establecer, con mejor criterio, las pautas de manejo de esta Área Silvestre Protegida, y particularmente el estudio de la macroinfauna, que es una de las mejores herramientas biológicas disponibles para reflejar los cambios de los ambientes donde ellas habitan (Leiva, 2004).

HIPÓTESIS

Hipótesis general

Los aportes de material orgánico a los sedimentos de la Laguna costera Budi provocarían cambios en la estructura de la macroinfauna que habita en ellos, tanto en su abundancia como en su composición específica a lo largo del año.

Predicciones

La conformación de la macroinfauna estará determinada por la capacidad de los organismos que la componen en sobrevivir en altas concentraciones de materia orgánica.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar las variaciones espacio - temporales de la macroinfauna de la Laguna costera Budi y su relación con el porcentaje de materia orgánica presente en el sedimento.

Objetivos específicos

Cuantificar la abundancia, diversidad y riqueza específica de la macroinfauna de la Laguna costera Budi.

Determinar la distribución de la macroinfauna en los distintos tipos de sedimentos y su fluctuación a través de las estaciones del año.

Relacionar los parámetros comunitarios de la macroinfauna con las características del sustrato y sus variaciones a través del año.

Relacionar la distribución de la macroinfauna con los sectores de trabajo agrícola que aporten mayor contenido de material orgánico al sedimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio

El Lago Budi ($38^{\circ}49'30''$ S, $73^{\circ}23'30''$ W), es una laguna costera que se inicia aproximadamente a 1 milla al sur del estuario del Río Imperial, en la desembocadura del río Budi o boca Budi (IX Región de la Araucanía, Chile) (Armada de Chile, 1961). Según Stuardo & Valdovinos (1989), este no es un río propiamente tal, sino un canal meándrico que une esporádicamente a la laguna con el mar, desde fines de otoño (aproximadamente mayo) hasta comienzos de primavera (septiembre u octubre); posteriormente la laguna se aísla del mar por la formación de una barrera de arena. La laguna costera Budi tiene un cuerpo de agua $57,4 \text{ km}^2$ de superficie (Bertrán *et al*, 2005). El área estudiada comprende desde la desembocadura del río Budi hasta el puente Allipén ubicado al sur oeste de Puerto Domínguez. Los puntos de muestreo fueron ubicados en función de las principales subcuencas aportantes (Figura 1).

2. Muestreo y método analítico

Durante el año 2004 se efectuaron 4 muestreos correspondientes a las cuatro estaciones del año. La toma de muestras se realizó en 9 estaciones de muestreo (Río Budi, Temo, Deume 1, Deume 2, Deume 3, Comue, Bolleco, Allipén

y Botapulli), dichas estaciones fueron establecidas abarcando casi la totalidad de la laguna costera (Figura 1).

Se determinaron los parámetros físico - químicos de temperatura de fondo (°C) y salinidad (psu; Practical Salinity Units), esta última fue medida en conductividad y transformada a unidades de psu (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1992).

En cada estación de muestreo se colectaron 5 muestras bentónicas con la ayuda de una Draga Emery (0.025m²), la que sirve tanto para la caracterización textural (Folk, 1980) y con ello la determinación de contenido orgánico del sedimento (Mills, 1978), como para el análisis de macroinfauna. Para la caracterización textural y el contenido de materia orgánica, las muestras fueron analizadas en el laboratorio mediante la realización de un tamizaje vía húmeda, utilizando tamices de – 1.0 Ø para separar la grava y de 4 Ø para separar la arena de la fracción de fango. Se determinó el contenido de materia orgánica total de la fracción completa de cada muestra colectada (Mills, 1978).

El análisis de macroinfauna consistió en la separación e identificación de la ésta. Para dicho efecto, las muestras fueron tamizadas (0,5 mm) en la misma laguna y fijadas en formalina al 10 %, para su posterior análisis bajo estereoscopio en el laboratorio. Los individuos aislados fueron contabilizados, identificados mediante claves específicas para grupos taxonómicos y conservados en alcohol al 70%, obteniendo así los datos de abundancia expresados en ind/m².

3. Parámetros comunitarios

La estructura comunitaria de la macroinfauna de la laguna costera Budi fue descrita en cada sitio y en cada estación del año sobre la base de los siguientes parámetros: Abundancia (N); Número de taxa (S), Diversidad (Shannon-Wiener, H') y Equitatividad (Pielou J').

La Diversidad se analizó mediante el uso del Índice de Shannon-Wiener (Brower & Zar, 1977) en el cual:

$$H' = C/N (N \log N - \sum n_i \log n_i),$$

donde C es el factor de conversión del logaritmo base 10 a base 2 y cuyo valor es 3.321928; N es el número total de individuos de cada especie en la muestra. La equitatividad de la distribución de especímenes en el total de especie (s) se analizó mediante el índice Pielou J' (Brower & Zar, 1977)

$$J' = H' / H' \text{ máxima},$$

donde

$$H' \text{ máxima} = \log s \times 3.321928.$$

4. Análisis estadísticos

Se evaluó que todos los datos cumplieran con los supuestos para realizar un Análisis de Varianza (ANOVA) a dos vías (Normalidad, Independencia y Homocedasticidad), para este efecto los datos se normalizaron por medio de transformaciones mediante la fórmula: \sqrt{x} para el caso de la materia orgánica del sedimento y con logaritmo en base 10 para los parámetros comunitarios de la macroinfauna (abundancia, número de especies, diversidad y equitatividad). Con el análisis estadístico se comparó la variación tanto de la materia orgánica del sedimento como de los parámetros comunitarios a través de las estaciones de muestreo (variación espacial), estaciones del año (variación temporal) y la posible interacción entre ellas (ANOVA a dos vías). De los resultados con diferencia significativas se realizó análisis a posteriori Tuckey HSD, determinando así las estaciones de muestreo y año que diferían con el resto. Se utilizó un nivel de probabilidad al 0,05 para definir los valores de significancia.

Se realizó un análisis de regresión lineal para determinar la relación entre el contenido de material orgánico en el sedimento y los parámetros comunitarios Abundancia (N) y Número de especies (S).

RESULTADOS

1. Características físico - químicas

La tabla 1 resume los principales parámetros físico – químicos obtenidos. La temperatura del agua en el fondo de la laguna, varió desde 9,5°C hasta 24,4°C, siguiendo una clara tendencia estacional con una máxima en los meses de verano y una mínima en los meses de otoño - invierno. La salinidad, varió entre 0 y 4,5 psu, a través de las estaciones de muestreo como a través de las estaciones del año, presentando los valores promedios más bajos durante invierno - primavera (1,7 psu) y los mayores durante el otoño (4,2 psu).

2. Características del sedimento

El sedimento presente en la laguna costera registró fracciones de grava, arena y fango, con diferentes porcentajes en cada estación. La grava presentó su mayor porcentaje en las estaciones Bolleco y Deume 3, con 7,90 y 7,78% respectivamente. El mayor porcentaje de arena se determinó en la estación Botapulli con 75,67% y el fango presentó sus mayores porcentajes en las estaciones Temo y Deume 1 con un 82,16 y 61,37% respectivamente. El sedimento más representado en toda la laguna costera es del tipo areno – fangoso y de menor presencia es el sedimento tipo grava (Tabla 2). Respecto a la variación temporal, se encontró que durante primavera - verano se presentaron altos

porcentaje de fango (53,57 y 51,90%), mientras que la fracción más representada durante otoño – invierno fue arena con 55,85 y 51,36% respectivamente (Tabla 3).

El porcentaje de material orgánico en el sedimento entre estaciones de muestreo presentó diferencias significativas ($F_{8,144}=157,71$; $p<0,001$). El mayor porcentaje de materia orgánica se presentó (20,14%) en la estación Deume 1, mientras que las estaciones con menos materia orgánica fueron Río Budi y Botapulli (6,32% y 6,06% respectivamente) (Tabla 2, Figura 4e).

De igual forma se observa diferencia significativa entre las estaciones del año ($F_{3,144}=33,688$; $p<0,001$), donde el mayor porcentaje promedio de materia orgánica se registró durante el verano (13,21%) y el menor durante otoño (9,9%) (Tabla 3).

Los mayores porcentajes de materia orgánica se detectaron en las estaciones Temo y Deume 1 durante todo el periodo de estudio junto con Deume 2 en verano, Allipén en verano y primavera, y Botapulli en invierno; los que mostraron diferencias significativas ($F_{24,144}=65,642$; $p<0,001$) con las otras estaciones de muestreo a lo largo del periodo de estudio (Figura 6e).

3. Descripción de la comunidad de macroinfauna

Durante el año de muestreo, se capturó un total de 28 taxa: Polychaeta (4), Gastropoda (3), Oligochaeta (1), Bivalvia (3), Amphipoda (1), Isopoda (2),

Ostracoda (1), Nematoda (1), Nemertinea (1), Platyhelminthes (1), Insecta (10) (Tabla 4).

De un total de 7.092 individuos, el taxón más importante en la laguna costera fue Phylum Mollusca, con 47,26% (3.286 individuos) del total de la abundancia, seguido por la Clase Polychaeta con 39.03% (2.744 individuos). Los otros taxa (e.g. Oligochaeta, Amphipoda, Isopoda, Ostracoda e Insecta) recolectados durante el año de muestreo estuvieron presentes con un 13,71% del total de abundancia (Tabla 5 y Figura 2).

4. Parámetros comunitarios

Se establecieron cuatro parámetros comunitarios (Abundancia (N); Número de especies (S), Diversidad, H'; y Equitatividad, J'), para observar la variación espacio - temporal.

4.1. Abundancia (N)

4.1.1. Fauna predominante

Se determinaron dos grupos dominantes en la laguna costera Budi los que en conjunto suman más del 80% del total de abundancia específica, correspondiente a los Phylum Mollusca y Annelida, este último representado por la Clase Polychaeta. El molusco gastrópodo *Littoridina cumingii*, se encuentra

principalmente durante invierno y otoño; en invierno se destaca su presencia en las estaciones Deume 2 (588 ind/m²) y Allipén (695 ind/m²). En otoño es abundante en la estación Deume 3 con 537 ind/m². Otro molusco destacado es el bivalvo *Kingiella chilénica*, presente principalmente en la estación Deume 3 en otoño con 413 ind/m². Su abundancia en el resto de las estaciones de muestreo y estaciones del año es baja (menos de 60 ind/m²) (Tabla 4).

Prionospio patagónica, es un poliqueto de la familia Spionidae, también es predominante en esta laguna, se encontró durante todo el periodo de estudio y en todas las estaciones de muestreo, sin embargo destaca en la estación de Bolleco con la mayor abundancia en primavera (798 ind/m²). También se recolectaron en Botapulli durante verano, otoño, primavera con 237, 144 y 141 ind/m² respectivamente (Tabla 4).

4.1.2. Fauna con menor abundancia

Algunas especies presentes en menores abundancias fueron:

Paracorophium hartmannorum presente en un 7,45% del total de la fauna, con 528 individuos. Esta especie a pesar de que se observó en la mayoría de las estaciones, presentó sus máximas abundancias en las estaciones Comue y Bolleco, con 115 y 244 individuos respectivamente (Tabla 6). Temporalmente fue más abundante en invierno, con un total de 139 individuos (Tabla 7).

La Clase Insecta estuvo presente con el 0,14% del total de la macroinfauna. Dentro de estos, las larvas de chironómidos, estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo (2 a 84 ind/m². 2,86%. Tabla 5 y 6)

El oligoqueto *Tubifex* sp, estuvo presente durante todo el año, con un promedio de 30 ind/m² y un total de 121 individuos (1,71%, Tabla 5) por año. Presentó sus mayores abundancias en las estaciones Temo, Comue y Bolleco con 45, 37 y 32 individuos respectivamente (Tabla 6).

En menor abundancia se encontraron especies de la Clase Isopoda, como *Austridotea rotundicauda* y otra especie de la familia Anthuridae con un total de 44 individuos (0,62%). La Clase Ostracoda con 23 individuos (0,32%). En tanto que de los representantes de los Phyla Nematoda, Nemertinea y Platyhelminthes representaron el 0,97% (Tabla 5).

La abundancia de la macroinfauna de la laguna costera Budi presentó una distribución espacio – temporal fluctuante. Se observaron aumentos considerables del total en abundancia, principalmente en la estación Deume 3 (1.482 individuos), seguido por las estaciones Bolleco, Allipén y Deume 2 (1.317, 1.247, 1.105 individuos respectivamente). Deume 1 y Temo se diferenciaron significativamente ($F_{8,144}= 31,164$; $p<0,001$) en valores de abundancia con las restantes estaciones, ambas presentaron los menores valores con 24 individuos y 187 individuos, respectivamente (Tabla 8; Figura 3a, 4a)

La tabla 5 muestra los principales grupos de especies que dominaron en la laguna costera durante el periodo de estudio. Se encontraron diferencias significativas entre estaciones del año ($F_{3,144}= 4,152$; $p=0,01$), en otoño, se registró

la mayor abundancia de especies con 2.375 individuos, la menor abundancia se registró en verano con 1.196 individuos (Tabla 8, Figura 3a, 5a).

Al considerar la interacción estación del año y estación de muestreo se encontraron diferencias significativas ($F_{24,144} = 8,335$; $p < 0,001$). La mayor abundancia (sobre 300 ind/m²) la presentó Deume 2 en invierno, Deume 3 en otoño, Bolleco en primavera, Allipén en invierno y Botapulli en verano. Las abundancias más bajas (menos de 40 ind/m²) se registraron Río Budi en invierno, Temo en verano y primavera, Deume 1 (durante todo el periodo de estudio), Bolleco en invierno, Allipén en primavera y Botapulli en invierno (Figura 6a).

4.2. Número de especies (S)

Deume 1 se destacó por tener diferencias significativas ($F_{8,144} = 17,821$; $p = 0,000$) con el resto de las estaciones de muestreo, siendo dicha estación la que presentó el menor número de especies (Figura 4b). También se presentaron diferencias significativas ($F_{3,144} = 9,406$; $p < 0,001$), entre las estaciones del año, (Figura 5b). En otoño se registró el mayor número de especies, durante este periodo, la estación de Allipén tuvo un total de 12 especies; Deume 3 y Bolleco con 9 especies; y Botapulli con 8 especies. Durante verano y primavera Río Budi y Allipén respectivamente registraron también 9 especies, mientras que Deume 2 (invierno) y Comue (primavera) alcanzaron un total de 8 especies cada uno (Tabla 9 y Figura 3 b). Se observaron diferencias significativas ($F_{24,144} = 3,735$; $p < 0,001$) entre las estaciones de muestreo y las estaciones del año, principalmente en la estación Deume 1 durante la primavera, invierno y otoño con el menor número de

especies descrito para la laguna costera. Comparable con la estación Río Budi durante el invierno y Allipén en Primavera. A pesar de esto, Allipén en Otoño presentó un elevado número de especies y diferencias significativas con otras estaciones de muestreo a través del año (Figura 6b).

4.3. Diversidad (H')

La diversidad registra diferencias significativas ($F_{8, 144}=13,595$; $p<0,001$) en las estaciones Deume 1 y Río Budi. La primera de estas se diferenció con todas las estaciones restantes, en tanto que Río Budi se diferenció con Deume 1, Deume 3 y Comue (Figura 4c). Temporalmente, verano y otoño presentaron diferencia significativa ($F_{3,144}=6,033$; $p=0,001$) respecto a invierno y primavera, observándose en estos últimos la menor diversidad (Tabla 9, Figura 5c). Respecto a la interacción entre las estaciones de muestreo y la época del año, Deume 1 durante los periodos de otoño, invierno y primavera; Río Budi, en Invierno y Allipén en primavera, presentaron diferencias significativas ($F_{24,144}=2,360$; $p=0,001$) con respecto a las demás estaciones registrando los menores valores de diversidad para todas ellas (Figura 6c). Los mayores valores de diversidad (H') se registraron durante verano, fluctuando entre 1,426 y 2,367, siendo superado levemente por el valor de la estación de Bolleco durante el periodo de invierno que obtuvo 2,369. Mientras que los menores valores de este parámetro se registraron durante el periodo de primavera en las estaciones Deume 1 y Río Budi con datos estimados entre 0 y 0,7128 respectivamente (Tabla 9, Figura 3c).

4.4. Equitatividad (J')

Los valores de Equitatividad (J') más bajos se presentaron en las estaciones Deume 1 y Río Budi con 0 y 0,2727 respectivamente (Tabla 9, Figura 3d), presentaron diferencias significativas con las otras estaciones ($F_{8, 144}=11,106$; $p=0,000$). Río Budi, presentó diferencias con Temo, Deume 1, Deume 3 y Comue; mientras que Deume 1 tiene diferencias significativas ($p<0,05$) con todas las estaciones de muestreo (Figura 4d). Entre estaciones del año no se presentaron diferencias significativas ($F_{3, 144}=2,6980$; $p=0,0480$) (Figura 5d). Los valores más altos fueron registrados durante el periodo de verano, variando entre 0,4735 (Botapulli) y 0,821 (Bolleco). La interacción entre estación de muestreo – estación de año, se observaron diferencias significativas ($F_{24, 144}=2,2707$; $p=0,00159$) en la estación Deume 1 (otoño, invierno y primavera) y Río Budi durante el periodo de invierno, ambas estaciones presentaron los valores más bajos de este índice (Figura 6d).

4.4. Regresión Lineal

Se aplicó regresión lineal entre la materia orgánica del sedimento y los parámetros comunitarios Abundancia y Número de especies, dando como resultado ambas regresiones una relación negativa, vale decir, a mayor porcentaje de materia orgánica el número de individuos ($R^2 = 0,1765$; $y = 313,328032 - 13,6851139*x$;) y el número de especies ($R^2= 0,2114$; $y= 4,4818701 - 0,115610126*x$) descendió (Figura 7 y 8 respectivamente).

DISCUSIÓN

De acuerdo a estos resultados es posible determinar una variación espacio - temporal de la macroinfauna de la laguna costera Budi, corroborando la hipótesis planteada, ya que este estudio muestra diferencias a través de las estaciones del año y a través de las estaciones de muestreo. La macroinfauna en términos generales presentó cambios estacionales, los que en general dependen de variables, tales como el sedimento (Reece & Richardson, 1998) y variables físico - químicas como temperatura (Bertrán *et al.*, 2001) y salinidad (Arenas, 1971; Bravo, 1984) que juegan un rol en su distribución. De esta forma, tales variables estarían influyendo en la distribución de la macroinfauna provocando tales variaciones a nivel espacio – temporal de la laguna costera Budi.

La laguna costera Budi presentó altos porcentajes de materia orgánica que podrían deberse a su condición de laguna cerrada (sin mayores corrientes) y al aporte de nutrientes, tanto de los relaves agrícolas del pueblo aledaño (Peña-Cortés *et al.*, 2005), como el producto de las fecas de aves silvestres presentes en el lugar (observaciones personales). De esta forma, al compararla espacialmente con otros ecosistemas acuáticos, como por ejemplo el caso del sistema de laguna en la Bahía de Cádiz (Drake & Arias, 1997), el curso inferior del río Biobío (Bertrán *et al.*, 2001) y el estuario del río Queule (Jaramillo *et al.*, 1984) estos poseen menores porcentaje de materia orgánica. En tanto, la composición de la macroinfauna presente en esta laguna costera es similar a la descrita en estuarios

y en distintos ecosistemas lacustres (Richter, 1985; Stoner & Acevedo, 1990; Bertrán *et al.*, 2001; Sfriso *et al.*, 2001). Además concuerda con otros estudios, en los que existe relativamente baja diversidad y alta dominancia de unas pocas especies (Mistri *et al.*, 2001).

Al igual que lo descrito para los estuarios del río Queule (Quijón & Jaramillo, 1993) y del río Biobío (Bertrán *et al.*, 2001), en esta laguna costera se obtuvieron valores elevados de contenido orgánico durante el periodo estival, mientras que durante la época de invierno existió alta predominancia de arena y bajos porcentajes de material orgánico. Esta diferencia entre el porcentaje textural y material orgánica a través del año puede ser explicada por las lluvias durante los periodos de otoño e invierno, que provocan mayor arrastre de sedimentos provenientes de material terrígeno, y la presencia de vientos que remueven las aguas en áreas con baja profundidad, mientras que durante los periodos más cálidos, este arrastre disminuye permitiendo que el material se deposite en los fondos, aumentando el porcentaje de materia orgánica (Bertrán *et al.*, 2001). Los cambios en la macroinfauna de la laguna costera Budi, presentaron un aumento en la abundancia en el periodo de otoño, al igual que lo registrado en fondos blandos, como el estuario Río Berg, Sudáfrica (Kalejta & Hockey, 1991) y la Bahía de Cádiz, España (Arias & Drake, 1994), donde se visualizan modelos estacionales de abundancia de macroinfauna, un máximo durante primavera y una segunda alza en otoño. Se podría considerar otoño como un periodo de transición, en el cual aún están presentes las condiciones del verano (aumento de la producción primaria) y el inicio de las condiciones de invierno, donde se produce

un aumento en la pluviosidad (provocando un descenso en la salinidad) y en la intensidad de los vientos (resuspensión de material particulado), que permiten disminuir del porcentaje de material orgánico en el sedimento y obtener fácil circulación en la columna de agua, debido a la baja profundidad. El descenso moderado de salinidad y material orgánico, ofrecen un ecosistema favorable a la macroinfauna para su desarrollo, en especial la macroinfauna asociada a aguas limnéticas, como es el caso de *Littoridina cumingii*. De igual manera, ésta diferencia en abundancias puede relacionarse con los periodos reproductivos y de reclutamiento de las especies, que normalmente ocurren en los periodos de verano y otoño (Gallardo, 1993; Contreras *et al.*, 2003). Es importante destacar que durante este periodo aumentaron los valores de diversidad y riqueza de especies, valores que se deben a la presencia de larvas de insectos. La variación temporal de la macroinfauna presentó diferencias con lo estimado por otros autores en estuarios (Bertrán *et al.*, 2001; Jaramillo *et al.*, 2001), donde las mayores abundancias se presentaron durante el verano. Una posible respuesta a esta diferencia, es que los ecosistemas estuarinos poseen un régimen mareal que origina variaciones físico - químicas en forma periódica, mientras que la laguna Budi sólo presenta conexión temporal al mar, principalmente durante la época de invierno. Estos cambios de salinidad en el área estudiada, incidirían directamente en la distribución de las comunidades de macroinfauna (Arenas, 1971; Bravo, 1984). Los trabajos agrícolas que se desarrollan en las riberas de la laguna, presentan mayor actividad durante los meses de verano (Peña-Cortés *et al.*, 2005), por lo que este cambio temporal tendría relación con la variación espacial, reflejada tanto en el aumento de fango y materia orgánica en el sedimento durante

este periodo, como en la variación en la diversidad y abundancia de especies de la macroinfauna que habitan en la laguna, de esta forma se corrobora la hipótesis propuesta que a una alta variabilidad ambiental estacional, la macroinfauna presenta cambios tanto en su abundancia como en su composición específica a lo largo del año.

Al nivel espacial, también existe diferencia en el porcentaje de MO entre las estaciones de muestreo, la que podría deberse a interacciones biológicas y/o a la actividad humana realizada en las riberas de la laguna. En el caso de las estaciones Deume 1 y Temo, la primera se encuentra en un sector donde existen grandes superficies de humedales usados como hábitat de aves, las que aportarían al sedimento alto contenido orgánico con sus fecas; además existen en sus riberas cultivos de cereales y leguminosas (Peña-Cortés, *et al.*, 2005) que estarían proporcionando material terrígeno al sedimento de dicha estación y que en conjunto con la baja influencia del viento, favorecería el depósito de partículas finas. En el caso de Temo, el intenso trabajo agrícola realizado en sus riberas, donde más de 2.500 Ha son utilizadas para el cultivo de cereales y leguminosas, en conjunto con 1.738 Ha de praderas artificiales (Peña-Cortés *et al.*, 2005), aumentan el contenido orgánico de los sedimentos de la laguna, principalmente por la presencia de vientos que provocan erosión de material terrígeno. El distinto aporte de material terrígeno al sedimento provocaría diferencia entre estaciones de muestreo y esta variación incidiría directamente en la composición de especies, tanto en su distribución como en su abundancia. Se puede determinar que el contenido de materia orgánica en el sedimento y la abundancia de macroinfauna

están fuertemente vinculados, ya que donde los valores de materia orgánica superan el 20%, se observa una disminución en la abundancia de la macroinfauna, como ocurre en la estación Deume 1, que presentó los mayores porcentajes de materia orgánica y se observa un descenso en la abundancia. Por el contrario, Quijón & Jaramillo (1993) en el estuario del río Queule, determinaron altos valores de abundancia donde los porcentajes de material orgánico eran bajo, en comparación con lo determinado en la laguna costera Budi. Estos resultados estarían afirmando la hipótesis de variación espacial de la macroinfauna, producto de la actividad agrícola realizada en las riberas de la laguna Budi la cual causa aumento del material orgánico en el sedimento y por ende una disminución en la abundancia y en el número de especies de la laguna.

La diversidad y equitatividad de especies, se vieron influenciadas por una marcada variación espacio – temporal. Se observa disminución de ambos índices desde verano a primavera. Tanto la diversidad como la equitatividad presentaron sus mayores diferencias en la estación Deume 1, ya que esta estación presentó el menor número de especies comparado con las otras estaciones durante todo el periodo de estudio. El hecho de existir gran porcentaje de materia orgánica y sedimentos reductores negros (Stuardo & Valdovinos, 1989 y observaciones personales) genera condiciones en que la vida es poco probable, considerando en particular el bajo número de especies e individuos en Deume 1. Las actividades agrícolas, realizadas en las riberas serían responsables de la entrada de cargas excesivas de sustancias nutritivas, que podrían causar problemas de eutroficación

y, en el peor de los casos, crisis episódicas de anoxia (McComb, 1995; Castel *et al.*, 1996).

Los grupos más representativos en abundancia de la laguna costera Budi, fueron los moluscos y los poliquetos. El primero de ellos se encuentra presente sólo en algunas estaciones de muestreo; mientras que el segundo, aunque se encuentra en bajas abundancias, está presente en todas las estaciones de muestreo a lo largo del año. *Littoridina cumingii* junto con *Prionospio patagonica* fueron las especies que presentaron mayores abundancias durante el periodo de estudio. *Littoridina cumingii*, presentó sus mayores abundancias en sectores donde la materia orgánica se encuentra en bajos porcentajes y en sectores donde el tipo de sedimento es arena y fango. Mistri *et al.*, (2001) en su estudio de la laguna costera Sacca di Goro (noreste de Italia), indica que una especie de la familia Hydrobiidae (*Hidrobia* sp) al igual que *Littoridina cumingii*, se encuentra en sectores de baja energía, pero en sustratos con alto contenido orgánico.

El poliqueto *Prionospio patagonica* se destaca en sectores donde la materia orgánica es alta, esto se relaciona con su hábito de alimentación como alimentador de depósito. Quijón & Jaramillo (1993) y Jaramillo *et al.*, (2001) destacan a esta especie por poseer altas abundancias en el estuario del río Queule, superando a los 140.000 ind/m², ambos la detectan en sustratos arenoso - fangosos con porcentajes de materia orgánica que no superaron el 10%. Otras especies que son importantes de destacar, aunque en baja densidad, son los representantes de la familia Chironomidae en hábitat con alto contenido orgánico, específicamente en las estaciones Temo y Bolleco, de la misma forma que lo reporta Mistri *et al.* (2001) para la laguna costera Sacca di Goro. Especies

asociadas al ecosistema mixohalino como *Kingiella chilénica*, *Paracorophium hartmannorum* y el oligoqueto *Tubifex* sp, concuerdan con lo reportado por Quijón & Jaramillo (1993) y Jaramillo *et al.* (2001) para el estuario del río Queule.

Los parámetros comunitarios estudiados en la laguna costera pudiesen estar relacionados con la caracterización textural y orgánica del sedimento, sin embargo, no se puede descartar una posible relación con otros organismos que podrían ocupar este sistema lagunar como hábitat e incidir en su abundancia, como por ejemplo peces con hábitos alimenticios bentófagos (Virnstein, 1977; Turner, 1988).

La presencia de plantas acuáticas como *Myriophyllum palustris* (reportada por Stuardo & Valdovinos, 1989) en el fondo de algunas estaciones de muestreo, principalmente en la estación Deume 3, permiten la estabilidad de las comunidades de macroinfauna, actuando como trampas de sedimentos. Mistri *et al.*, (2001), describieron que la relación macroinfauna - algas sería positiva, ya que las algas servirían de hábitat, como refugio para ciertas comunidades ecológicas. Sin embargo, el exceso de las algas en el fondo lacustre, podrían ocasionar un ambiente eutrófico que causaría un efecto contrario, ocasionando la muerte de la macroinfauna (Sfriso *et al.*, 1985; Tagliapietra *et al.*, 1998).

Los resultados de este estudio hacen prever que existen dos fuentes importantes de aporte de material orgánico al sedimento de la laguna costera Budi, las fecas de las aves nidificantes de este lugar, o bien la actividad agrícola

realizada en las riberas de ésta. Sin embargo, esta última estaría contribuyendo con un aporte excesivo de nutrientes que incidiría directamente en la distribución de la macroinfauna que habita en los sedimentos de la laguna, reflejado en la baja abundancia y diversidad de especies de en la estación Deume 1. Es por ello que el estudio en esta laguna costera se hace necesario para crear conciencia en el manejo de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

- Existe variación espacio - temporal de la macroinfauna de la laguna costera Budi, ya que el año de estudio presentó diferencias significativas tanto en las características del sedimento como en los parámetros comunitarios estudiados entre estaciones de muestreo y las estaciones del año.
- Esta variación espacio - temporal pudiese relacionarse con interacciones biológicas con otros de organismos que ocupen este sistema lagunar como hábitat, tales como peces bentófagos y plantas acuáticas como *Myriophyllum palustris* que pueden actuar tanto en forma benéfica (trampas de sedimento y hábitat) como en efecto contrario (el exceso de las algas crearía un ambiente eutrófico que causaría la muerte de la macroinfauna).
- *Littoridina cumingii* junto con *Prionospio patagonica* fueron las especies que presentaron mayores abundancias durante el periodo de estudio. Ambas habitan sectores con distintos porcentajes de materia orgánica siendo *Littoridina cumingii* la que habitó en sectores con bajos porcentajes y *Prionospio patagonica* fue abundante en sectores con alto contenido orgánico.
- Otoño fue el periodo que concentró mayor número de individuos. Al ser un periodo de transición, provocaría un descenso moderado de salinidad y

material orgánico que otorgarían a la macroinfauna asociada a aguas limnéticas, *Littoridina cumingii* y *Kingiella chilena*, un ecosistema óptimo para su desarrollo.

- Una posible respuesta a la variación espacial de la macroinfauna serían los distintos porcentajes de materia orgánica en el sedimento, proveniente tanto de las actividades agrícolas como del aporte del producto orgánico de las fecas de las aves que habitan en los humedales vinculados a la laguna costera. Ambas estarían contribuyendo con un aporte excesivo de nutrientes que incidiría directamente en la distribución de la macroinfauna y que podrían causar problemas de eutroficación.
- Es necesario continuar con muestreos anuales al menos con periodicidad estacional en esta laguna costera para establecer si las diferencias encontradas en estos resultados son parte de un ciclo natural de la macroinfauna que habita allí, o bien que sean producto de actividades antropogénicas que estarían influyendo directamente en su distribución, para esto, sería importante determinar cuantitativamente los diversos aportes de material orgánico evaluando de esta forma el efecto de las prácticas agrícolas sobre la comunidad bentónica.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, J. (1971). Distribución de *Elminius kingii* Gray (Cirr.) en el estuario del río Valdivia. Beiträge zur Neotropical Fauna. 3: 199-206 pp.

ARIAS, A. & P. DRAKE (1994). Structure and production of the benthic macroinvertebrate community in a shallow lagoon in the Bay of Cádiz. Marine Ecology Progress Series 115: 151–167 pp.

ARMADA NACIONAL, REPUBLICA DE CHILE (1961). Derrotero de la costa de Chile. Desde Arica hasta el Canal de Chacao (4ª. Edición), 1: 468 – 588 pp.

BENEDETTI-CECCHIA, L., C. RINDIB, I. BERTOCCIA, F. BULLERIA & F. CINELLIA (2001). Spatial Variation in Development of Epibenthic Assemblages in a Coastal Lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science 52: 659–668 pp.

BERTRÁN, C. (1989). Zonación y dinámica temporal de la macroinfauna intermareal en el estuario del Río Lingue (Valdivia, Chile). Revista Chilena Historia Natural 62:19-32 pp.

BERTRÁN, C., J. ARENAS & O. PARRA (2001). Macrofauna del curso inferior y estuario del río Biobío (Chile): cambios asociados a variabilidad estacional del caudal hídrico. Revista Chilena Historia Natural 74: 331-340 pp.

BERTRÁN, C., L. VARGAS, F. PEÑA-CORTÉS, S. MULSOW, J. TAPIA, E. HAUENSTEIN, R. SCHLATTER, A. BRAVO (2005). Benthic macrofauna of three saline lake wetlands on the coastal rim of Southern Chile. En revisión.

BEUKEMA, J. (1990). Expected effects of change in winter temperatures on benthic animals living in soft sediment in coastal North Sea areas. En Beukema, J. (ed), Expected Effects of climatic Change on Marine Coastal Ecosystems. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands 83-92 pp.

BRAVO, A. (1984). Distribución de la macroinfauna submareal en los fondos blandos de la Bahía Queule y estuario del río Queule. Medio Ambiente. 7: 37-46 pp.

BROWER, J. & J. ZAR (1977). Field Laboratory methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque Iowa USA. 194 pp.

CARRASCO, J. (1997). Área de desarrollo indígena Lago Budi, manual informativo Instituto de Estudios Indígenas. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 85-87 pp.

CASTEL, J., P. CAUMETTE & R. HERBERT (1996). Eutrophication gradients in coastal lagoons as exemplified by the bassin d'Arachon and the Eutang du Pré'vost. Hydrobiologia 329: 9–28 pp.

CHESSON, P (1985). Coexistence of competitors in spatially and temporally varying environments: a look at the combined effects of different sorts of variability. *Theoretical Population Biology*. 28: 263–287 pp.

CONTRERAS H., E. JARAMILLO, C. DUARTE & A. MCLACHLAN (2003). Population abundances, growth and natural mortality of the crustacean macroinfauna at two sand beach morphodynamic types in southern Chile. *Revista Chilena Historia Natural* 76: 543-561 pp.

DRAKE, P. & A. ARIAS (1997). The effect of aquaculture practices on the benthic macroinvertebrate community of a lagoon system in the Bay of Cádiz (Southwestern Spain). *Estuaries* 20, 677–688 pp.

ESCANERO, F. (1983). Ciclo hidrográfico anual (marzo, 1981? abril 1982) de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Maestría, CICESE, México.

FERNANDEZ, H & DOMINGUEZ, H. (2001). Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional Tucumán. Editorial Universitaria de Tucumán

FOLK, R. (1980). Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas. 184 pp.

GALLARDO, C. (1993). Reproductive habits and life cycle of the small clam *Kingiella chilensis* (Bivalvia: Cyamiidae) in an estuarine sand flat from the South of Chile. *Marine Biology* 115: 595-603 pp.

GASTON, K. & B. MCARDLE. (1994). The temporal variability of animal abundances: measures, methods and patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences* 345: 335-358 pp.

GLÉMAREC, M. (1986). Ecological impact of an oil spill: utilization of biological indicators. *Water Science and Technology*. 18: 203–211 pp.

GONZÁLEZ, A. & D. TORRUCO (2000). La fauna béntica del Estero de Sabancuy, Campeche, México. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad, Mérida.

HOLLAND, A., A SHAUGHNESSY & M. HIEGEL (1987). Long-term variation in mesohaline Chesapeake bay macrobenthos: Spatial and temporal patterns. *Estuaries* 10: 227-245 pp.

HYNES, H. (1970). The ecology of running waters. University of Toronto Press. Ontario, Canadá.

JARAMILLO, E., S. MULSOW, M. PINO & H. FIGUEROA (1984). Subtidal benthic macroinfauna in an estuary of south of Chile: distribution pattern in relation to sediment types. *Marine Ecology* 5: 119-133.

JARAMILLO, E., H. CONTRERAS, & P. QUIJON (2001). Variabilidad estacional e interanual en las abundancias poblacionales de la macroinfauna intermareal del estuario del río Queule, centro-sur de Chile. *Revista Chilena Historia Natural* 74: 455-468 pp.

KALEJTA, B. & P. HOCKEY (1991). Distribution, abundance and productivity of benthic invertebrates at the Berg River estuary, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33: 175–191 pp.

LEIVA, M. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu comuna de Lautaro IX región de la Araucanía. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Católica de Temuco.

McARDLE, B. & K. GASTON (1992). Comparing population variabilities. *Oikos* 64: 610–612 pp.

McCOMB, A. (1995) *Eutrophic shallow estuaries and lagoons*. CRC Press, Inc. Lewis Publishers, Boca Roton, 240 pp.

MENGE, B.& A.OLSON, (1990). Role of scale and environmental factors in regulation of community structure. *Trends in Ecology and Evolution* 5: 52-57 pp.

MILLS, A. (1978). A comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments with suggestions for a standard method. *Hidrobiologia* 57: 45-52 pp.

MISTRI, M., R. ROSSI & E. FANO (2001). Structure and Secondary Production of a Soft Bottom Macrobenthic Community in a Brackish Lagoon (Sacca di Goro, north - eastern Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 52: 605-616 pp.

NICHOLS, F., J. CLOERN, S. LUOMA & D. PETERSON (1986). The modification of an estuary. *Science* 231: 525-648 pp.

PEÑA-CORTÉS, F., E. HAUENSTEIN, T. DURÁN, C. BERTRÁN, R. SCHLATTER & J. TAPIA (2005). Análisis integrado del Borde Costero de la Región de La Araucanía. Propuestas y criterios para la planificación ecológica de sus humedales. Proyecto FONDECYT 1030861. Universidad Católica de Temuco. Informe de avance Año 2.

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 pp.

REECE, P. & J. RICHARDSON (1998). Seasonal changes of benthic macroinvertebrate communities in Southwestern British Columbia. Department of Sciences. University of British Columbia.

RICHTER, W. (1985). Distribution of the soft - bottom macroinfauna in an estuary of southern Chile. *Marine Biology* 86: 93-100 pp

SFRISO, A., A. MARCOMINI & B. PAVONI (1985). Relationships between macroalgal biomass and nutrients in a dyastrophic area of the Venice Lagoon. *Marine Environment Research*. 22: 297– 312 pp.

SFRISO, A., T. BIRKEMEYER & P. GHETTI (2001). Benthic macrofauna changes in areas of Venice lagoon populated by seagrasses or seaweeds. *Marine Environment Research*. 52: 323– 349 pp.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. (1992) APHA, AWWA & WPLF Edición 18: 2- 47 pp.

STONER, A. & C.ACEVEDO (1990). The macroinfaunal community of a tropical estuarine lagoon. *Estuaries* 13: 174–181 pp.

STUARDO, J. & C. VALDOVINOS (1989). Estuarios y lagunas costeras: Ecosistemas importantes de Chile central. *Ambiente y Desarrollo*, 5 (1): 107-115 pp.

TAGLIAPIETRA, D., M. PAVAN & C. WAGNER (1998). Macrobenthic community changes related to eutrophication in Palude della Rosa (Venetian Lagoon, Italy).

Estuarine, Coastal and Shelf Science 47: 217-226 pp.

TURNER, A. (1988). Relaciones tróficas de dos especies bentófagas, *Cauque mauleanum* (Steindachner, 1902) y *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) (Pises: Osteichthyes) en el estuario del Río Queule (IX Región, Chile). M.SC Tesis, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

VIRNSTEIN, R. (1977). The importance of predation by crabs and fishes on benthic infauna in Chesapeake Bay. Ecology 58: 1199-1217 pp.

UNDERWOOD, A. & M.CHAPMAN (1996). Scales of spatial patterns of distribution of intertidal invertebrates. Oecologia 107: 212– 224 pp.

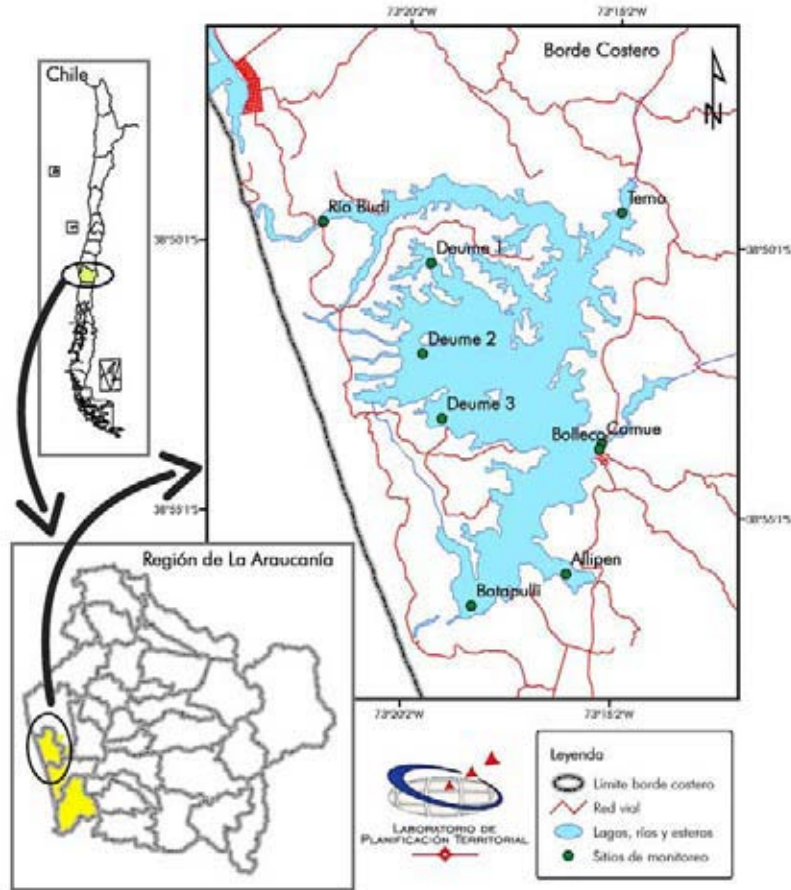


Figura 1. Mapa de la laguna costera Budi (Lago Budi). Puntos de muestreo: Río Budi, Temo, Deume 1,2 y 3, Comue, Bolleco, Allipén y Botapulli.

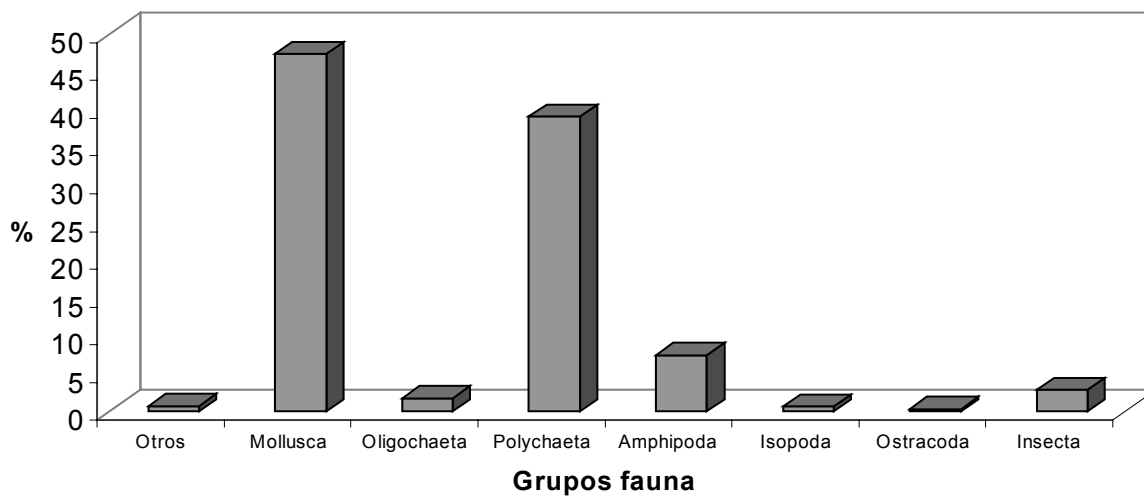


Figura 2. Abundancia porcentual de cada taxón.

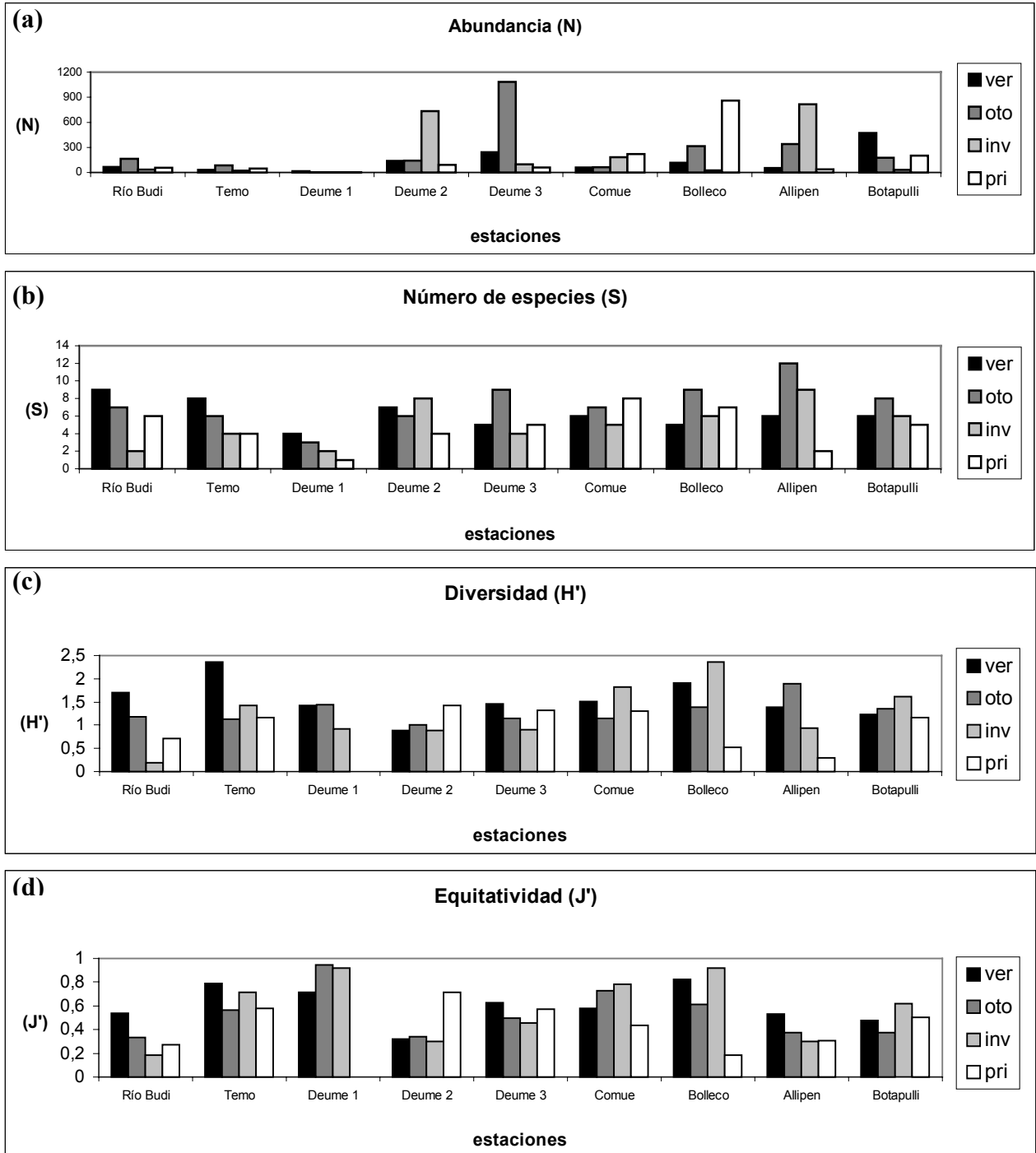


Figura 3. Fluctuaciones de las comunidades por estación de muestreo y estaciones del año. **(a)** Abundancia (N; ind/m²); **(b)** Número de especies (S); **(c)** Diversidad (H'); **(d)** Equitatividad (J'). Verano (ver); otoño (oto); invierno (inv); primavera (pri).

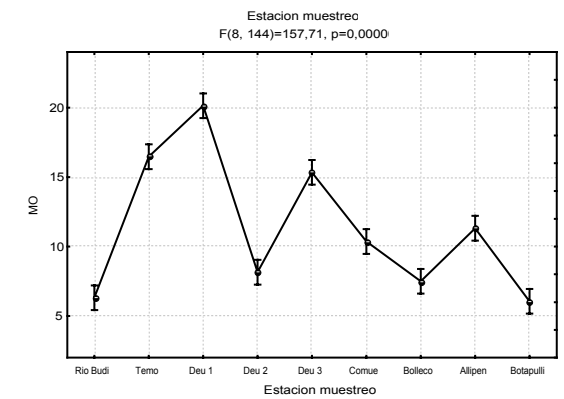
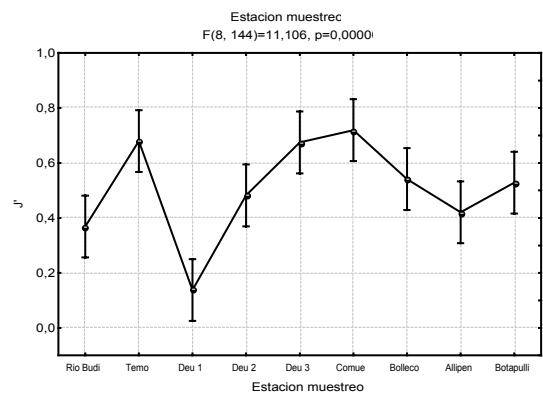
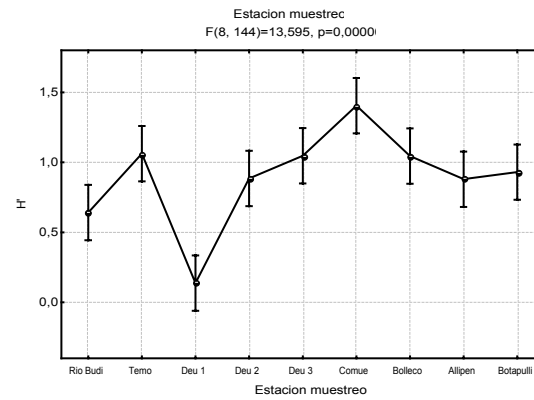
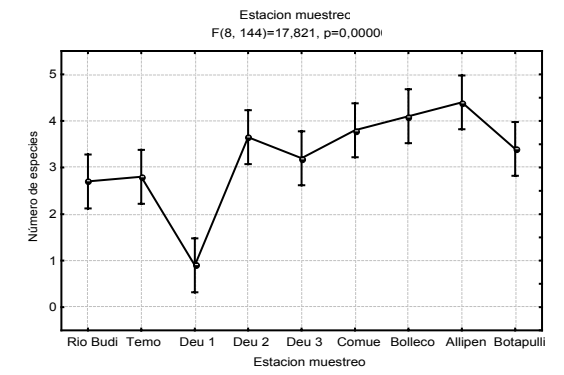
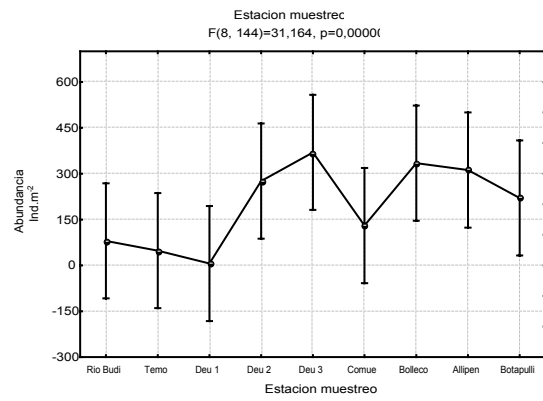


Figura 4. ANOVA 2 vías. Interacción espacial. Parámetros comunitarios. Parámetros comunitarios. **(a)** Abundancia (N); **(b)** Número de especies (S); **(c)** Diversidad (H'); **(d)** Equitatividad (J'). **(e)** Materia Orgánica (MO)

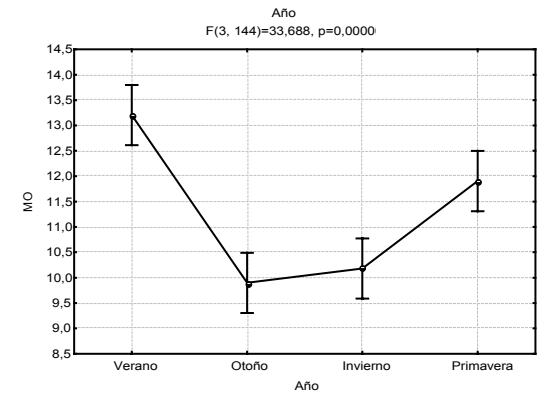
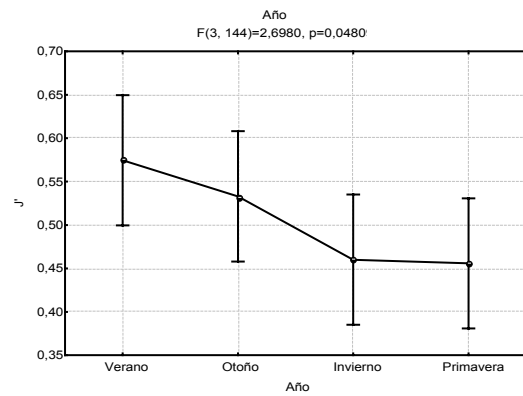
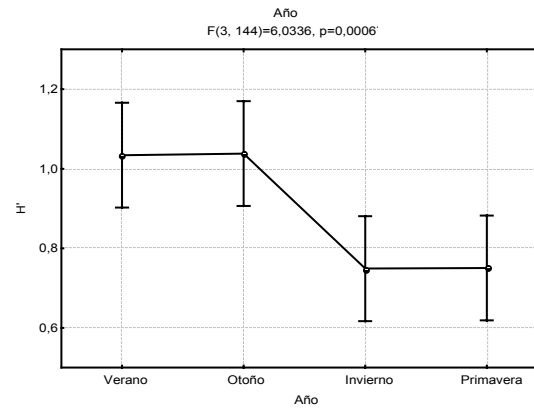
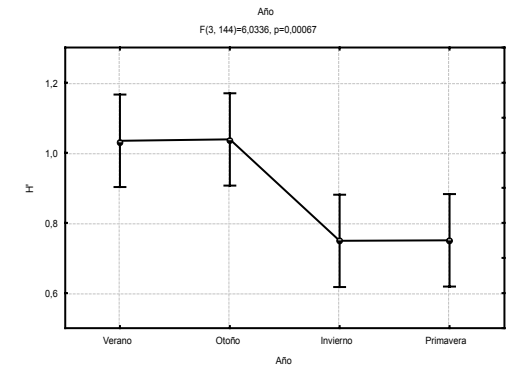
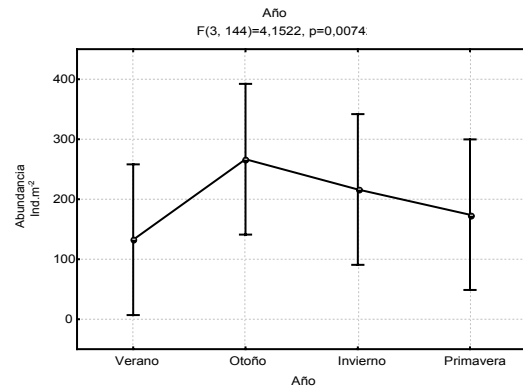


Figura 5. ANOVA 2 vías. Interacción temporal. Parámetros comunitarios. Parámetros comunitarios. **(a)** Abundancia (N); **(b)** Número de especies (S); **(c)** Diversidad (H'); **(d)** Equitatividad (J'). **(e)** Materia Orgánica (MO) 49

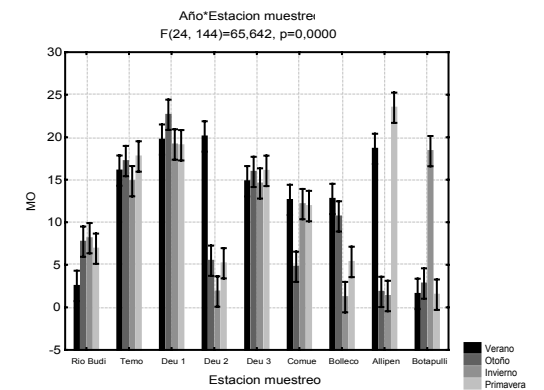
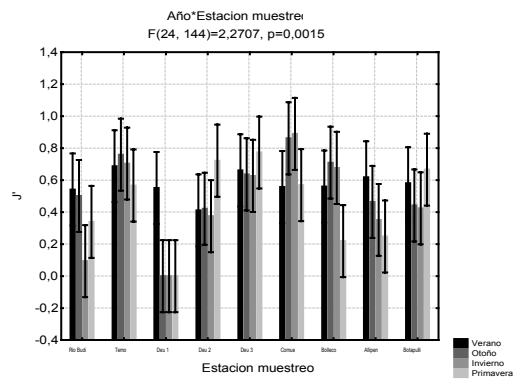
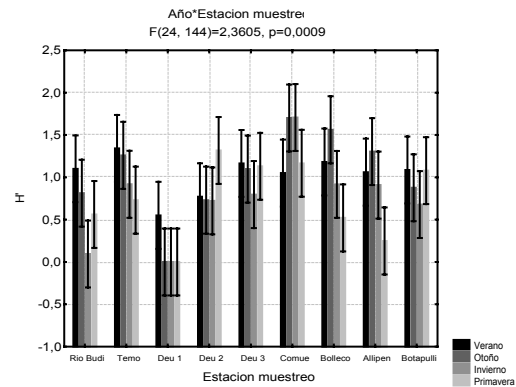
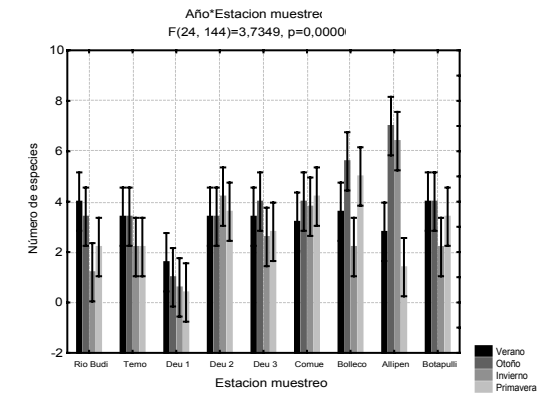
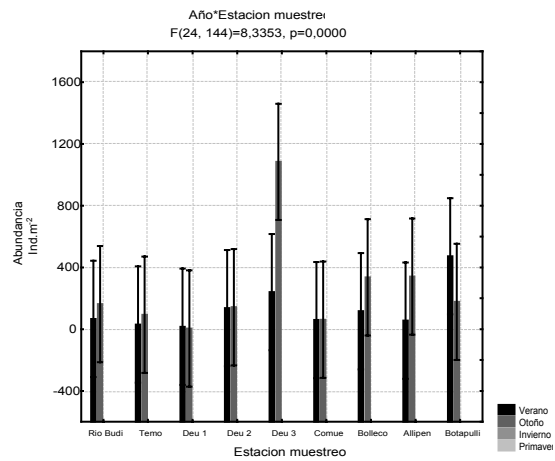


Figura 6. ANOVA 2 vías. Interacción espacio-temporal. Parámetros comunitarios. Parámetros comunitarios. (a) Abundancia (N); (b) Número de especies (S); (c) Diversidad (H'); (d) Equitatividad (J'). (e) Materia Orgánica (MO)

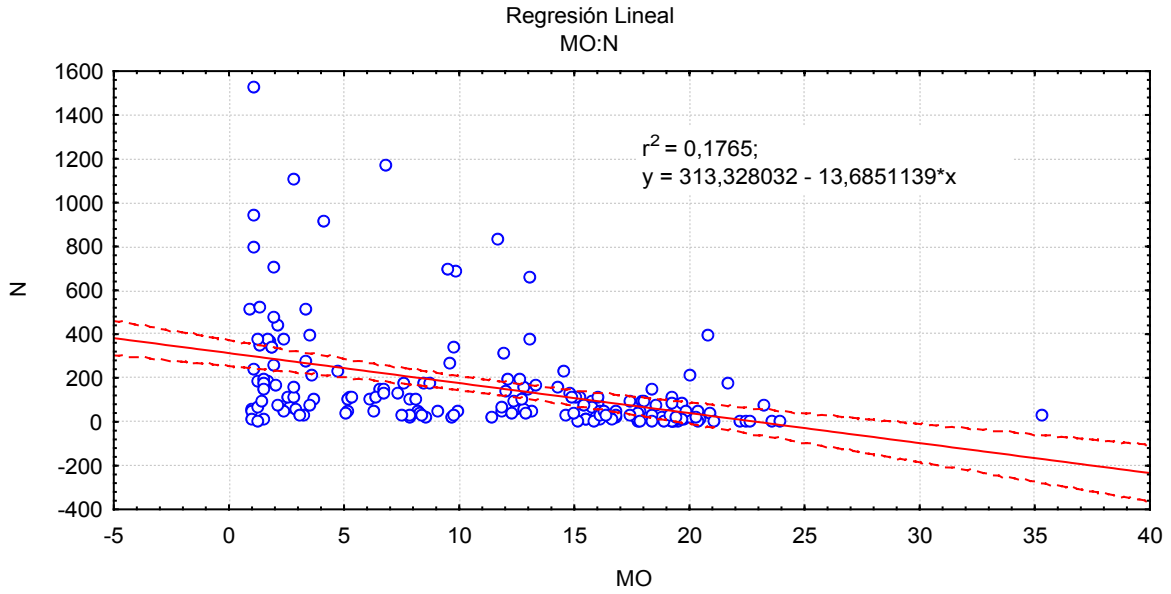


Figura 7. Gráfico Regresión lineal. Materia Orgánica (MO) v/s Abundancia (N). Se muestra el R ajustado y ecuación de la curva. (---) Intervalo de confianza (0.95)

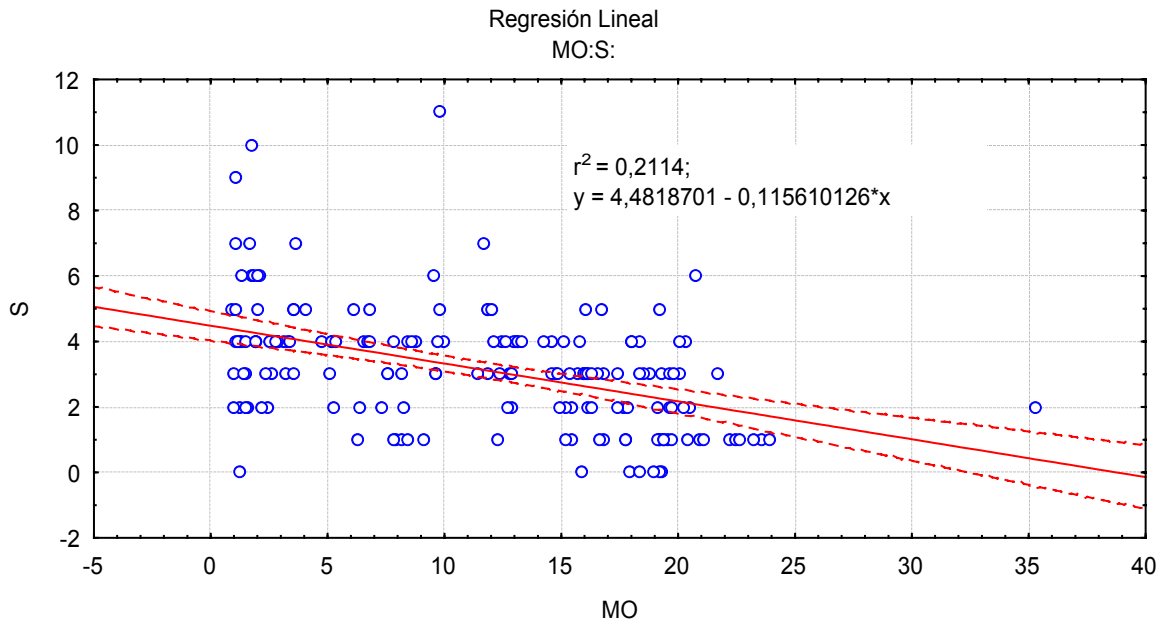


Figura 8. Gráfico Regresión lineal. Materia Orgánica (MO) v/s Número de especies (S). Se muestra el R ajustado y ecuación de la curva. (---) Intervalo de confianza (0.95).

Tabla 1. Datos de Temperatura (°C) y Salinidad (psu) en la Laguna Costera Budi.

	Temperatura (°C)			Salinidad (psu)		
	Media	Máx.	Min.	Media	Máx.	Mín.
Verano	21,17	24,4	17,8	2,66	4,18	0
Otoño	10,52	11,3	9,5	4,23	4,5	3,6
Invierno	10,94	12,1	10	1,72	2,67	0,05
Primavera	15,38	16,7	13,8	1,7	2,77	0

Tabla 2. Porcentaje de las distintas fracciones (promedios \pm desv. estándar de 5 réplicas) y el porcentaje orgánico de la fracción completa (promedios \pm desv. estándar de 5 réplicas). Estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	Fracción textural	Textura (%)	MO (%)
Río Budi	G	0,70 \pm 0,33	6,32 \pm 2,58
	A	50,45 \pm 24,89	
	F	48,85 \pm 25,08	
Temo	G	0,71 \pm 0,44	16,47 \pm 1,29
	A	17,14 \pm 5,44	
	F	82,16 \pm 5,69	
Deu 1	G	5,51 \pm 9,29	20,14 \pm 1,69
	A	33,12 \pm 11,22	
	F	61,37 \pm 11,52	
Deu 2	G	4,51 \pm 4,10	8,16 \pm 8,13
	A	59,69 \pm 22,09	
	F	35,80 \pm 22,93	
Deu 3	G	7,78 \pm 8,10	15,34 \pm 0,75
	A	36,05 \pm 14,16	
	F	56,17 \pm 19,70	
Comue	G	5,00 \pm 5,50	10,37 \pm 3,74
	A	44,40 \pm 19,67	
	F	50,60 \pm 25,04	
Bolleco	G	7,90 \pm 6,80	7,50 \pm 5,23
	A	61,79 \pm 22,58	
	F	30,31 \pm 28,43	
Allipén	G	0,88 \pm 0,77	11,32 \pm 11,41
	A	59,50 \pm 43,49	
	F	39,62 \pm 42,74	
Botapulli	G	2,19 \pm 2,52	6,06 \pm 8,23
	A	75,67 \pm 26,11	
	F	22,14 \pm 26,55	

Tabla 3. Porcentaje de las distintas fracciones (promedios \pm desv estándar de 5 réplicas) y el porcentaje orgánico de la fracción completa (promedios \pm desv estándar de 5 réplicas). Épocas de año.

Fracción Textural	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Textura(%)	MO(%)	Textura(%)	MO(%)	Textura(%)	MO(%)	Textura(%)	MO(%)
G	2,82 \pm 3,48	13,21 \pm 6,89	5,59 \pm 6,73	9,90 \pm 7,24	2,89 \pm 5,35	10,18 \pm 7,29	4,34 \pm 6,04	11,90 \pm 7,56
A	45,28 \pm 25,79		55,85 \pm 25,77		51,36 \pm 29,64		42,09 \pm 28,16	
F	51,90 \pm 25,87		38,55 \pm 27,40		45,75 \pm 32,50		53,57 \pm 28,35	

Tabla 5. Abundancias (individuos) y porcentajes totales (%) de la macrofauna bentónica de la laguna costera Budi.

GRUPOS	Total	Porcentaje
Mollusca	3.343	47,14
Oligochaeta	121	1,71
Polychaeta	2.761	38,93
Amphipoda	528	7,45
Isopoda	44	0,62
Ostracoda	23	0,32
Insecta	203	2,86
Otros	69	0,97
Abundancia Total	7.092	100

Tabla 6. Abundancia total de fauna acompañante ind/m² por estación de muestreo. Río Budi (RB); Temo (Te); Deume 1 (D1); Deume 2 (D2); Deume 3 (D3); Comue (Com); Bolleco (Boll); Allipén (All); Botapulli (Bot).

ESPECIES	RB	Te	D1	D2	D3	Com	Boll	All	Bot
Chironomidae	3	71	2	6	4	10	84	6	7
<i>Kingiella chilénica</i>	6	1	0	8	471	1	0	3	7
<i>Paracorophium hartmannorum</i>	26	14	0	30	17	115	244	60	22
<i>Tubifex</i> sp	4	45	0	2	0	37	32	1	0

Tabla 7. Abundancia total de fauna acompañante ind/m² por estación del año

ESPECIES	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Chironomidae	59	58	17	15
<i>Kingiella chilénica</i>	82	76	2	0
<i>Paracorophium hartmannorum</i>	36	57	139	82
<i>Tubifex</i> sp	18	18	39	23

Tabla 8. Abundancia total (individuos). Estación del año v/s estación de muestreo

ESTACIONES	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Suma
Río Budi	66	164	35	58	323
Temo	31	86	23	47	187
Deume 1	15	4	3	2	24
Deume 2	139	143	733	90	1105
Deume 3	241	1085	97	59	1482
Comue	60	62	184	219	525
Bolleco	116	315	26	860	1317
Allipén	55	339	816	37	1247
Botapulli	473	177	31	201	882
Abundancia Total	1196	2375	1948	1573	7092

Tabla 9. Resumen de parámetros ecológicos estudiados en la Laguna costera Budi. Número de taxa (S); Diversidad (H') y Equitatividad (J').

ESTACIONES	Número de taxa (S)				Diversidad (H')				Uniformidad (J')			
	ver	oto	inv	pri	ver	oto	inv	pri	ver	oto	inv	pri
Río Budi	9	7	2	6	1,71	1,18	0,19	0,71	0,54	0,33	0,19	0,27
Temo	8	6	4	4	2,37	1,12	1,42	1,16	0,79	0,57	0,71	0,58
Deume 1	4	3	2	1	1,43	1,44	0,92	0	0,71	0,95	0,92	0
Deume 2	7	6	8	4	0,89	1,01	0,89	1,43	0,32	0,34	0,3	0,71
Deume 3	5	9	4	5	1,46	1,15	0,91	1,33	0,63	0,5	0,46	0,57
Comue	6	7	5	8	1,5	1,15	1,82	1,3	0,58	0,73	0,78	0,43
Bolleco	5	9	6	7	1,91	1,39	2,37	0,52	0,82	0,61	0,92	0,18
Allipén	6	12	9	2	1,38	1,89	0,94	0,3	0,53	0,37	0,3	0,3
Botapulli	6	8	6	5	1,22	1,35	1,61	1,16	0,47	0,38	0,62	0,5