

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/251072990>

La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia, Hyriidae) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos. Experimentos de laboratorio

ARTICLE in GAYANA · DECEMBER 2001

Impact Factor: 0.22 · DOI: 10.4067/S0717-65382002000200005

CITATIONS

14

READS

79

3 AUTHORS:



Gladys Lara

Temuco Catholic University

13 PUBLICATIONS 98 CITATIONS

SEE PROFILE



Angel Contreras

Temuco Catholic University

1 PUBLICATION 14 CITATIONS

SEE PROFILE



Francisco Encina

Temuco Catholic University

40 PUBLICATIONS 196 CITATIONS

SEE PROFILE

LA ALMEJA DE AGUA DULCE *DIPLODON CHILENSIS*
(BIVALVIA:HYRIIDAE) POTENCIAL BIOFILTRO PARA DISMINUIR LOS
NIVELES DE COLIFORMES EN POZOS. EXPERIMENTO DE LABORATORIO

THE FRESHWATER MUSSEL DIPLODON CHILENSIS
(BIVALVIA:HYRIIDAE) POTENTIAL BIOFILTER TO DIMINISH COLIFORM
LEVELS OF WATER WELLS. LABORATORY EXPERIMENT

Gladys Lara¹, Angel Contreras¹, Francisco Encina²

RESUMEN

Estudios realizados en comunidades rurales de la IX Región, donde habitan familias que se abastecen con agua de pozo, se han detectado índices de coliformes fecales de hasta 5400 NMP en 100 ml, especialmente en pozos de baja profundidad. Considerando la capacidad de bombeo y de filtración de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis*, se realizó esta investigación tendiente a evaluar en el laboratorio la capacidad de las almejas para disminuir los niveles de coliformes en aguas de pozo así como de digerir la carga bacteriológica.

Los resultados de los experimentos llevaron a concluir que densidades de 15 y 25 ejemplares en 30 litros de agua fueron capaces de disminuir la turbidez del agua y el número más probable de coliformes en un período de 6 horas siendo además capaces de digerirlas.

PALABRAS CLAVES: almeja de agua dulce, *Diplodon chilensis*, biofiltro, coliformes totales, coliformes fecales, RAM, , aguas de pozo.

ABSTRACT

Previous studies carried out in rural communities in the IX Region, Chile, have detected up to 5.400 fecal coliforms by 100 ml in drinking water from wells mainly in shallow wells.

Considering the pumping and water filtration capacity of the freshwater mussel *Diplodon chilensis*, a laboratory experiment was carried out to evaluate the capacity of the mussels to decrease coliform levels and to digest them.

The experimental results showed that 15 to 25 specimens in 30 litres of water were able to diminish the water turbidity and the coliforms load in a 6 hour-period being able also to digest them.

KEYWORDS: freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, biofilter, total coliforms, fecal coliforms, RAM, well waters.

INTRODUCCION

Diversos estudios señalan el importante rol que cumplen las almejas de agua dulce en los ecosistemas naturales (Anthony & Downing 2001). Se trata de organismos eficientes como bombeadores (Kryger & Riigard 1988) y filtradores (Hebert *et al.* 1991 y Turick *et al.* 1988). *Diplodon chilensis* (Gray 1828) es una almeja común en lagos y ríos del centro-sur de Chile y Argentina. En Chile, se distribuye desde el río Mataquito – Curicó (34°58' S; 71°48' W) hasta el río Negro - Itsmo de Ofqui (46°37' S; 74°10' W) (Parada & Peredo en

¹Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, ²Escuela de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias. Universidad Católica de Temuco. Chile. Casilla 15-D Temuco. Chile. E-mail: glara@uct.cl

prensa) en tanto que en Argentina se distribuye desde Mendoza (32° 52'S; 68°51'W) hasta Chubut (45°51'S; 67°28'W) (Bonetto 1973).

En lagos y ríos del sur de Chile y en la Patagonia argentina las almejas constituyen un componente importante del macrozoobentos por su presencia (Viozzi & Brugni 2001, Miserendino 2001), abundancia y biomasa (Parada 1987). Tienen la capacidad de colonizar sustratos arenosos, areno-pedregosos y fangosos alcanzando densidades variables y crecientes desde 10 ind/m² en sustratos arenosos a 361 ind/m² en sustratos fangosos (Lara y Parada 1988), variación que ha sido reportada desde los trabajos de Fisher & Tevéz (1958). En Chile *Diplodon chilensis* también ha demostrado capacidad de bombeo (Busse 1970) y de filtración de partículas (Valdovinos & Cuevas 1996, Soto & Mena 1999) y de bacterias (Sepúlveda 1988, Vallejos y Delucchi 2001).

La alta cantidad de coliformes fecales de hasta 5.400 NMP en 100 ml registrada en aguas de pozos por Durán *et al.* (1999 a y b), valor sobre la norma chilena (NCh.409/of. 1984), la plasticidad de *Diplodon chilensis* para vivir en distintos ambientes dulceacuícolas (Parada 1987) y su capacidad de bombeo y de filtración, motivaron la realización de este trabajo cuyo objetivo es evaluar, experimentalmente en laboratorio, la eficiencia de *Diplodon chilensis* para disminuir y digerir la carga de coliformes de aguas de pozo con problemas de contaminación fecal. Así la hipótesis de trabajo postula que las almejas no sólo son capaces de reducir por filtración la cantidad de coliformes en el agua sino que también las digieren.

MATERIALES Y METODOS

En la primavera de 1999 y en el verano de 2000 se extrajeron individuos adultos de *Diplodon chilensis* desde el sector La Poza del Lago Villarrica (39°18'S;72°05'W) para montar experimentos de laboratorio con agua extraída desde un pozo artesanal del sector Maquehue de Temuco – IX Región (38°47'19"S; 72°46'04"W).

Calidad del agua de lago y de pozo.

Desde el lago Villarrica y desde el pozo de Maquehue, se extrajeron simultáneamente tres muestras de agua de 1 litro cada una. En la Empresa de Servicios Sanitarios de la Araucanía se les

midió pH, turbiedad (NTU), color (unid Pt-Co), hierro (mg/l) y manganeso (mg/l).

Para montar el experimento se determinó en el laboratorio coliformes totales, fecales (NMP/100 ml) y RAM (ufc) en agua de pozo y de lago. Los niveles obtenidos fueron contrastados con la norma chilena de calidad de agua (N.Ch.N° 409/84) y comparados el número de coliformes totales y fecales con la prueba t de Student (α 0.05).

Diseño experimental:

a). Densidad de almejas *D.chilensis* versus disminución de la carga bacteriológica.

El diseño experimental consistió en dos tratamientos y un control con tres réplicas cada uno. En acuarios de vidrio de 50 x 25 cm, se dispuso almejas en densidades de 15 y 25 individuos en 30 litros de agua de pozo y en condiciones de oscuridad para simular la condición "pozo". A las 2, 4, 6, 8, 10 y 12 horas, tiempo fijado por la limitación de sobrevivencia de las bacterias en el agua, se extrajeron muestras de agua en cada réplica para estimar la efectividad parcial de las almejas para retener bacterias coliformes. El recuento de bacterias aeróbicas mesófilas (RAM) de determinó por siembra en profundidad y las coliformes totales y coliformes fecales, se estimaron a través de la técnica del número más probable (NMP) (Astorga *et al.* 1998). La comparación del recuento bacteriológico promedio en el agua de ambos tratamientos (15 y 25) en relación al control (agua de pozo sin almejas) se hizo para cada lapso de tiempo, mediante los test de Kruskal Wallis y Tukey (α 0.05) (Zar 1974).

b). Capacidad de *D. chilensis* para digerir la carga bacteriológica.

Para probar si las almejas, independientemente de su densidad, son capaces de digerir bacterias, el diseño consideró un tratamiento con tres réplicas en acuarios de 50 x 25 cm con 30 litros de agua de pozo y con 50 almejas cada una, previamente aclimatadas para descartar los factores de estrés. De cada réplica se extrajo cada dos horas y por 14 horas, 10 g de masa visceral correspondiente al estómago e intestino de las almejas, a fin de cuantificar las bacterias coliformes totales y fecales presentes en los especímenes mediante la técnica descrita por Hayes (1993). Se comparó la concentración y densidad de las bacterias en la masa visceral y en el agua en que se encontraban las almejas.

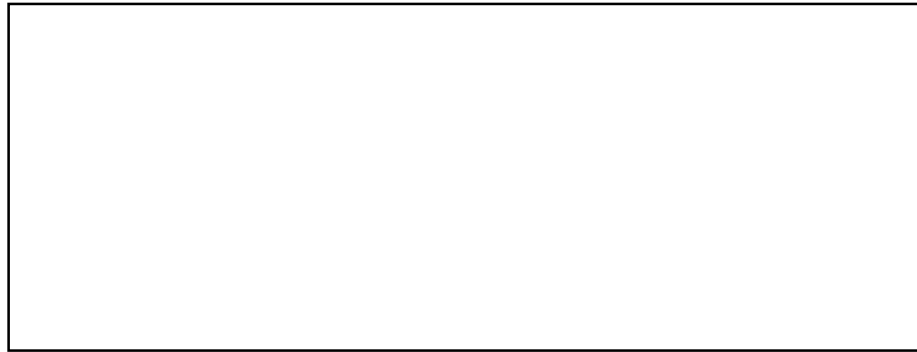
RESULTADOS Y DISCUSION

El presente estudio indica que la composición físico-química y biológica del agua de pozo, a la que fueron expuestas experimentalmente las

almejas, difiere del agua del lago principalmente por mostrar un pH levemente más ácido, mayor turbiedad y una cantidad de coliformes fecales y totales significativamente más alta que el lago (Tabla I).

TABLA I. Composición físico-química y biológica de agua del lago –sector La Poza del Lago Villarrica (control) y del agua de pozo del sector Maquehue de Temuco (tratamiento). Primavera 1999 – Verano 2000.

TABLE I. Physicochemical and biological composition of water from La Poza area Villarrica Lake (control) and from water well, Maquehue sector Temuco (treatment). Spring 1999 – summer 2000.



El efecto de la densidad, 15 y 25 almejas en 30 litros de agua de pozo con 4200 ufc de aeróbicas mesófilas (RAM), indica que a las 6 horas de iniciado el experimento ocurrió una clara disminución de éstas. La diferencia se hizo más notoria con respecto al control (sin almejas) desde las 8 hasta las 12 horas ($P < 0.05$) (Figura 1). Cabe hacer notar que en el tiempo que duró el experimento, ambas densidades fueron igualmente eficientes en disminuir las bacterias aeróbicas mesófilas ($P > 0.05$).

Respecto a las coliformes totales, al exponer 15 y 25 almejas en agua de pozo con índices de $2,2 \times 10^3$ coliformes NMP /100 ml (Tabla I) se demostró que 25 almejas producen a partir de las 2 horas y hasta las 4 horas, una rápida filtración de coliformes totales y que 15 almejas sólo son efectivas a partir de las 4 horas en adelante siendo igualmente eficientes ambas densidades, para disminuir la carga bacteriológica de los 30 litros de agua, desde las 6 y hasta las 12 horas. A partir de las 4 horas esta efectividad no muestra diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) (Figura 2).

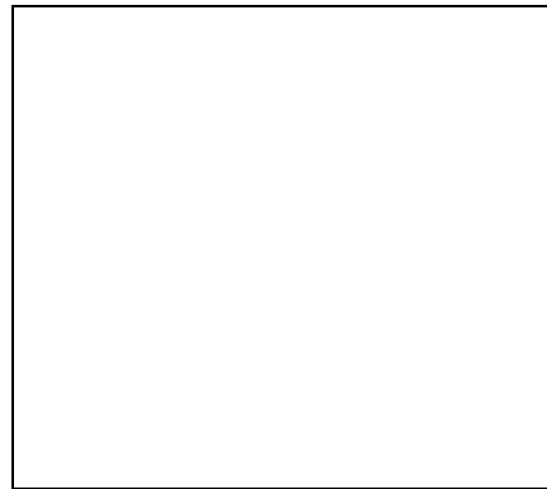


FIGURA 1. Efecto de la densidad de *Diplodon chilensis* (15 y 25 individuos) sobre la disminución de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc) en el agua de pozo. Se compara con el grupo control (n = 3).

FIGURE 1. Effect of density of *Diplodon chilensis* (15 and 25 individuals) on the decrease of aerobic mesophilic bacteria (ufc) in water of wells. It is compared to control group (n = 3).



FIGURA 2. Efecto de la densidad de *Diplodon chilensis* (15 y 25 individuos) sobre la disminución de bacterias coliformes totales en el agua de pozo. Se compara con el grupo control (n = 3).

FIGURE 2. Effect of density of *Diplodon chilensis* (15 and 25 individuals) on the decrease of total coliform bacteria (NMP) in water of wells. It is compared to control group (n = 3).

Al exponer a las almejas en agua de pozo con índices de $1,1 \times 10^2$ NMP coliformes fecales/100 ml (Figura 3) a diferencia de las coliformes totales y por tener requerimientos de temperatura entre 35 y 37 °C, superiores a la temperatura del agua de pozo (13°C) tuvieron una alta mortalidad a partir de las 6 horas. No obstante lo anterior, a partir de las 4 horas los acuarios con 15 y 25 almejas aceleraron la disminución de estas bacterias, mostrando ser más eficientes en su disminución la densidad de 25. Se debe tener presente que se trata de un ambiente cerrado sin aporte constante de bacterias, por tanto se esperaría que al colocar almejas en pozos naturales, con aporte constante de bacterias y en densidades proporcionales al volumen del pozo, se constituirían en un control de densidad para las bacterias fecales.

La detección de bacterias, principalmente estreptococos fecales, en la cavidad digestiva de *Diplodon chilensis* fue señalada por Sepúlveda (1988) en un estudio realizado en el río Calle Calle de la ciudad de Valdivia y su capacidad depuradora de aguas servidas fue mencionada por Vallejos y Delucchi (2001). Lo anterior, junto a lo señalado por Lara (1988) relativo a que *D. chilensis* sería un detritívoro filtrador alternativo que se alimenta principalmente de fitobentos y secundariamente desde la columna de agua, hace pensar que las bac-

terias también formarían parte de su dieta. Ello se correlaciona con el hecho que las almejas son más abundantes en sustratos fangosos, con mayor cantidad de bacterias, que en sustratos arenopedregosos o arenosos (Lara y Parada 1988). Esto también fue mencionado por Monakov (1972) para otras especies de bivalvos, indicando que los Sphaeriidae se alimentan principalmente de detrito, bacterias y de algas. *Pisidium henslovanum* y *P. ponderosum* colectan su alimento tanto desde la superficie del agua como desde la superficie del sustrato, filtrando principalmente detritos (Monakov *op cit.*) en el cual estarían incluidas las bacterias.

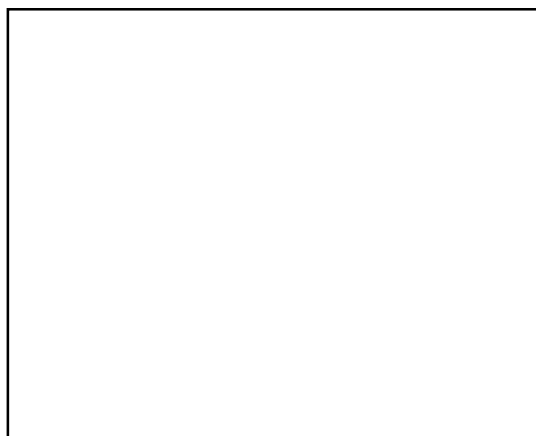


FIGURA 3. Efecto de la densidad de *Diplodon chilensis* (15 y 25 individuos) en la disminución de coliformes fecales (NMP/100 ml) en el agua de pozo. Se compara con el grupo control (n = 3).

FIGURE 3. Effect of density of *Diplodon chilensis* (15 and 25 individuals) on the decrease of fecal coliform bacteria (ufc) in water of wells. It is compared to control group (n = 3).

Respecto a la capacidad de las almejas para digerir bacterias, en la Figura 4 se observa que si bien la cantidad de coliformes totales en el agua de pozo disminuye, ésta aumenta en la masa visceral de las almejas ya a las dos horas de iniciado el experimento; luego a las 4 horas habría un proceso de digestión donde desaparecerían en la masa digestiva para volver a acumularse a las 6 horas y ser nuevamente digeridas a las 8 horas. Finalmente, por falta de bacterias en el agua disminuyen definitivamente a las 12 y 14 horas en

la masa visceral. El mismo comportamiento se observa para coliformes fecales (Figura 5). Por lo anteriormente señalado este estudio comprueba que *Diplodon chilensis* al igual que otros moluscos bivalvos dulceacuícolas (Imlay & Paige 1972), estuarinos (Newell 1965) y marinos (Birkbeck & Mc Henery 1982), tiene la capacidad de digerir bacterias las cuales constituirían parte de su dieta, aportándoles energía y un alto contenido proteico.



FIGURA 4. Variación de coliformes totales (NMP) en la masa visceral de *Diplodon chilensis* y en el agua de pozo en un periodo de 14 horas.

FIGURE 4. Variation of total coliform (NMP) in the visceral mass of *Diplodon chilensis* and in the water of wells in a 14 hour period.

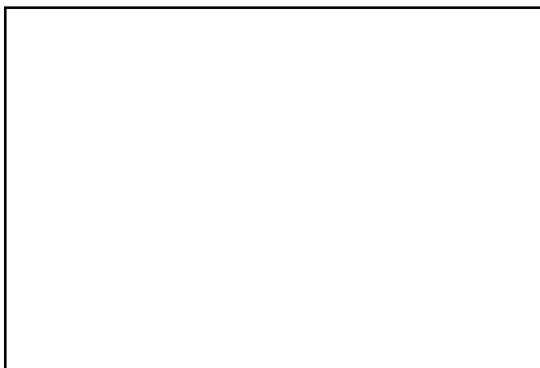


FIGURA 5. Variación de coliformes fecales (NMP) en la masa visceral de *Diplodon chilensis* y en el agua de pozo en un periodo de 14 horas.

FIGURE 5. Variation of fecal coliform (NMP) in the visceral mass of *Diplodon chilensis* and in the water of wells in a 14 hour period.

Los resultados obtenidos si bien apoyan la idea de emplear a la almeja de agua dulce *D. chilensis* como un biofiltro, posible de ser incorporado en aguas pozos para depurar el agua, se debe probar el potencial efecto que causarían las fecas de las almejas al agua. De probarse que las fecas no provocan efecto negativo en el agua de pozo y que la calidad del agua permite cumplir la norma desde el punto de vista sanitario, las almejas por sus características poblacionales como alta densidad (Parada 1987, Lara 1988) ciclo de vida largo, plasticidad para vivir en variados ambientes y tamaño individual (Parada *op cit.*) y, en el caso de comunidades mapuches por constituir un recurso natural que ha estado presente desde la época prehispanica en su cultura (Lara *et al.* 1988) se constituiría una tecnología de bajo costo y de fácil manipulación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Señor Pedro Cuminao y a su familia de la Comunidad de Maquehue por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo experimental. Así mismo se agradece a los Profesores Esperanza Parada y Santiago Peredo del Depto. de Cs. Biológicas y Químicas de la UCT por la revisión del manuscrito. Proyecto 99.4.02, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de Temuco.

BIBLIOGRAFIA

- ANTHONY, J.L. & J.A. DOWNING. 2001. Exploitation trajectory of a declining fauna: a century of freshwater mussel fisheries in North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 2071 - 2090.
- ASTORGA, J., S. AVENDAÑO., S. BENGÓA., A.M. CORDANO., M. INZUNZA., C. JACOB., L. LOPEZ., E. MARAMBIO., V. PARADA & C. VENEGONI. 1998. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y agua. Ed. Instituto de Salud Pública de Chile. Santiago. 95 pp.
- BIRKBECK, T.H. & J.G. Mc.HENERY. 1982. Degradation of bacteria by *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 72: 7-15.
- BONETTO, A.A. 1973. Náyades de la Patagonia. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral.* 4: 177 - 185.
- BUSSE, K. 1970. Nuevo método para medir flujos de agua producidos por organismos filtradores. Medición experimental en *Diplodon chilensis* (Gray), 1854

- (Mollusca, Lamellibranchiata). *Not. Mens. Mus. Historia Natural*. Santiago. 172: 3-10.
- DURAN, T., L. FERNANDEZ., N. CARRASCO & H. MORA. 1999A. Mejoramiento de la calidad y abasto de agua en cuatro comunidades mapuches de Maquehue, IX Región, Chile. Informe Final IDRC.
- DURAN, T., N. CARRASCO & H. MORA. 1999B. Consideraciones antropológicas respecto a un proceso de cambio tecnológico en comunidades mapuches del sector Makewe, IX Región. En Caro, A; T.Durán & J. Tereucán (eds.) Estilos de desarrollo en América Latina. Identidad-Cultura- Territorio – Medio Ambiente. Un aporte para la discusión. Universidad Católica de Temuco, Universidad del Maule y Universidad de la Frontera. p. 220-233.
- FISHER, J.B. & M.J.S. TEVESZ. 1958. Distribution and population density of *Elliptio complanata* (Mollusca) in Lake Pocotopang. Connecticut. The Veliger 18: 332- 338.
- HAYES, P. R. 1993. Microbiología y higiene de los alimentos. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza. España. 369 pp.
- HEBERT, P.T., C. WILSON., M.H.MURDOCH & R.LAZAR. 1991. Demography and ecological impacts of the invading mollusk, *Dreissena polymorpha*. *Can. J. Zool.* 69: 405-409.
- IMLAY, M.J. & M.L. PAIGE. 1972. Laboratory growth of freshwater sponges, unionid mussels and sphaeriid clams. *Progressive Fish-Culturist* 34:210-216.
- KRYGER, J. & H.U. RIISGARD. 1988. Filtration rate capacities in 6 species of European freshwater bivalves. *Oecologia* 77: 34-38.
- LARA, G. 1988. Ordenamiento espacial y abundancia de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) en el Lago Panguipulli. Valdivia. Chile. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias con mención Ecología. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 83 pp.
- LARA, G. & E. PARADA. 1988. Distribución espacial y densidad de *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) (*Mollusca: Bivalvia*) en el Lago Villarrica. *Bol. Soc. de Biol. de Concepción*. 58: 105 – 114.
- LARA, G., E. PARADA., S. PEREDO., J. INOSTROZA & H. MORA. 1988. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Gray, 1828), un recurso potencial. *Bol.Mus.Reg. Araucanía (Temuco)* 3:33-40.
- MISERENDINO, M.L. 2001. Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. *Hydrobiologia* 444: 147 – 158.
- MONAKOV, A.V. 1972. Review of studies on feeding of aquatic invertebrate conducted at the Institute of Biology of Inland Waters Acad. Sci. USSR.. *J.Fish.Res.Board.Can.* 29(4): 363-383.
- NEWELL, R. 1965. The role of detritus in the nutrition of two marine deposit feeders, the prosobranch *Hydrobia ulvae* and the bivalve *Macoma balthica*. *Proc.Zool.Soc.Lond.* 114(1): 25-45.
- INN. 1984. Norma Chilena 409 / 1. Of. 1984. Agua potable – Parte 1: Requisitos. Instituto Nacional de Normalización. Santiago. Chile. 10 pp.
- PARADA, E. 1987. Estrategias del ciclo vital de *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae). Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias mención Zoología. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 175 pp.
- PARADA, E. & S. PEREDO. Estado actual de la taxonomía y sistemática de bivalvos dulceacuícolas chilenos. *Progresos y conflictos*. Revista Chilena de Historia Natural (en prensa).
- TURICK, C.E., A.J. SEXSTONE & G.K. BISSONNETTE. 1988. Freshwater mussel as monitors of bacteriological water quality. *Water air Soil Pollut.* 40(3-4): 449-460.
- SEPÚLVEDA, A. 1988. Estudio preliminar de la contaminación fecal de las aguas naturales utilizando un organismo bioindicador y la técnica de filtración de membrana. Seminario para optar al título de Tecnólogo Médico. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 50pp.
- SOTO, D. & G. MENA. 1999. Filter feeding by the freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. *Aquaculture* 171: 65-81.
- VALDOVINOS, C. & R. CUEVAS. 1996. Tasas de aclarancia de *Diplodon chilensis* (Bivalvia, Hyriidae): un suspensívoro bentónico dulceacuícola de Chile Central. *Medio Ambiente* 13(1): 114-11.
- VALLEJOS, P & M. DELUCCHI. 2001. Tratamiento de aguas servidas utilizando *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia, Hyriidae). Sustentabilidad de la biodiversidad, un problema actual. K. Alveal & T. Antezana. Eds. Primera edición. Universidad de Concepción. 785 – 795.
- VIOZZI, G.P. & N.L. BRUGNI 2001. Relación parasitaria y nuevos registros de gloquidios de *Diplodon chilensis* (Unionacea: Hyriidae) en peces de la Patagonia argentina. *Neotropica* 47: 3 – 12.
- ZAR, J.H. 1974. *Biostatistical análisis*. Prentice may. Inc. Englewood Cliffs. N.Y. 620 pp.

Fecha de recepción: 22.05.02
 Fecha de aceptación: 04.09.02