Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 59, pp. 105-114; 1988

# DISTRIBUCION ESPACIAL Y DENSIDAD DE *DIPLODON CHILENSIS CHILENSIS* (GRAY, 1828) EN EL LAGO VILLARRICA (39° 18' S; 72° 05' W)*

## Spatial distribution and density of *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) In Villarrica lake (39° 18' S; 72° 05' W)

GLADYS LARA Y ESPERANZA PARADA**

RESUMEN

Con el propósito de determinar estacionalmente la distribución espacial y densidad de *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) en ambientes arenosos y fangosos del sector La Poza del Lago Villarrica, durante el período agosto 1986-abril 1987 se extrajeron muestras de especímenes y de sustrato mediante buceo autónomo. Los resultados obtenidos señalan que existen diferencias significativas entre las densidades de almejas que habitan sustratos de arena con respecto a las de fango, siendo mayor la abundancia en sustratos fangosos. Estacionalmente la densidad no varía en sustratos de arena, en cambio en sustratos fangosos se producen variaciones significativas. La distribución espacial en el transcurso del año es agregada en ambos ambientes a excepción de lo sucedido en época de otoño en arena, donde la distribución resulta ser al azar. Estos resultados se relacionan con los hábitos reproductivos de *D. ch. chilensis*.

ABSTRACT

To determine the seasonal spatial distribution and density of *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) in sandy and muddy substrates at La Poza area, Lake Villarrica, specimens and substrates samples were seasonally obstained by scuba diving from august 1986 to april 1987. The results showed statistically significant differences in the densities of mussels inhabiting sandy substrates with respect to those in muddy substrates, density being greater in the latter. Density does not vary seasonally in sandy substrates, whereas in muddy substrates, it varied significantly. Spatial distribution is aggregated in both substrates throughout the year, except for the fall season in which distribution is random. These results are correlated whith the reproductive activity of *D. ch. chilensis*.

KEYWORDS: Spatial distribution. Density. *Diplodon chilensis chilensis*. Sandy and muddy substrates. Araucanian Lakes.

## INTRODUCCION

Las poblaciones animales en el espacio presentan patrones de distribución característicos, producto del efecto que ejercen los factores ambientales bióticos y abióticos y/o factores propios de la población. De este modo las poblaciones pueden aparecer en arreglos al azar, uniformes o agregados (Southwood, 1966; Brower y Zar, 1977; Elliott, 1977; Rabino-

*Proyecto 2-86-1. Financiado por Comisión de Investigación P. Univ. Católica de Chile-Temuco.

**Depto. CCNN-Biología. Pontificia Universidad Católica de Chile Sede Regional Temuco. Casilla 15-D. Temuco.

vich, 1982). De estos tres tipos básicos, la distribución agregada parece ser la regla en la naturaleza ( Allee *et al*, 1949; Pielou, 1974) y se manifiesta cuando no todos los puntos en el espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupados por un organismo o bien como producto de interacciones positivas de diversa índole: agrupaciones nocturnas, para alimentarse, familiares, sociales o con fines reproductivos, entre otras.

*Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) es un bivalvo ampliamente distribuido en lagos y ríos del sur de Chile que se caracteriza por su alta tolerancia a cambios de temperatura y oxígeno y por su gran efectividad como filtrador (Busse, 1970). Estudios realizados por Peredo y Parada (1984; 1986) señalan que es gonocórica, ovovivípara, de actividad gonádica continua y de reproducción estacional. Estudios ecológicos realizados en el sector Muelle Viejo del Lago Villarrica indican que *D. ch. chilensis* se distribuye en parches y con densidades promedio de 26-30 individuos por $m^2$ (Peredo *et al.*, 1984). Observaciones posteriores llevadas a cabo en el sector La Poza del Lago Villarrica, señalan que *D. ch. chilensis* habita sustratos arenosos y/o fangosos pero muestran una abundancia diferencial, lo que eventualmente podría influir en la ordenación en el espacio que adoptan estas almejas.

Por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar estacionalmente la distribución espacial y densidad de *D. ch. chilensis* en ambientes arenosos y fangosos en el sector La Poza del Lago Villarrica.

## Descripción ecológica de la zona de estudio

El Lago Villarrica pertenece a la hoya hidrográfica del río Toltén y está ubicado en la zona preandina a una altura de 230 m snm (39° 18' S; 72° 05' W). Según Thomasson (*fide* Campos *et al.*, 1983) forma parte del grupo de lagos araucanos ubicados entre los 39° y 42°S. Estos lagos están influenciados por una alta pluviosidad, cenizas volcánicas, drenaje del suelo y por cambios de temperatura entre invierno y primavera-verano; cambios que según Campos (1984) están relacionados con marcadas variaciones de la mayor parte de los factores químicos y biológicos.

El origen del Lago Villarrica es de tipo glacial y está asociado con la última glaciación andina descrita por Laugenie (1971). Según Laugenie (*op. cit.*), la base de este lago se formó por sobreexcavación de un valle preexistente, por acción de un glacial principal que corrió en dirección este-oeste. Las morrenas frontales empujadas por el glacial dañaron el valle y formaron el lago. Campos *et al.(op. cit)*, indican que el Lago Villarrica carece de criptodepresión y que alcanza una profundidad máxima de 165 m, correspondiendo sus características al tipo 28c de acuerdo a la clasificación de Hutchinson (1957).

El Lago Villarrica se caracteriza por ser mesotrófico, monomíctico y temperado con circulación en invierno y estratificación en verano (Campos *et al.*, 1983, 1987). En invierno alcanza una homeotermia que varía entre los 9,5-10°C con muy pequeñas diferencias entre la superficie y el fondo. En primavera-verano, se produce una estratificación de la temperatura siendo mayor en las capas superficiales e inferior en las profundas. Las temperaturas máximas registradas en el epilimnion en verano fluctuaron entre 20 y 23°C durante los meses de enero y febrero y de 9,5-10°C en el hipolimnion (Campos *et al.*, 1983).

Tanto los factores físico-químicos como el fitoplancton y zooplancton muestran variaciones estacionales considerables, mostrando un gran aumento en esta última década (Campos *et al.*, 1987).

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el litoral sureste del Lago Villarrica en el sector La Poza ubicada en la ciudad de Pucón (Fig.

1). Estacionalmente desde agosto de 1986-abril 1987 se extrajeron muestras mediante buceo autónomo en un ambiente con sustrato arenoso y en otro con sustrato fangoso ubicados a profundidades que variaron en el transcurso del año entre 1,5-5,0 m y 5,0-8,5 m. respectivamente. En cada ambiente se hicieron dos tipos de muestreos, uno tendiente a obtener el material biológico y otro para obtener muestras de sustrato. Para obtener el material biológico se utilizó una unidad muestreal consistente en un marco de fierro galvanizado de 25 x 25 cm provisto de aristas de 10 cm de altura y de asas para facilitar su enterramiento en el lugar de trabajo, tomándose en cada muestreo 35 muestras al azar de organismos cuyo rango de talla fluctuó entre 26 y 80 mm. Para obtener las muestras de sustrato se extrajeron aleatoriamente cinco muestras con un Corer de 453,64 cc y 159,04 cc en sectores de arena y fango, respectivamente y cinco muestras de igual volumen que las anteriores para el cálculo de la materia orgánica. El distinto tamaño de la unidad muestreal obedece a la relación directa que existe entre el tamaño de partícula y la unidad de muestreo.

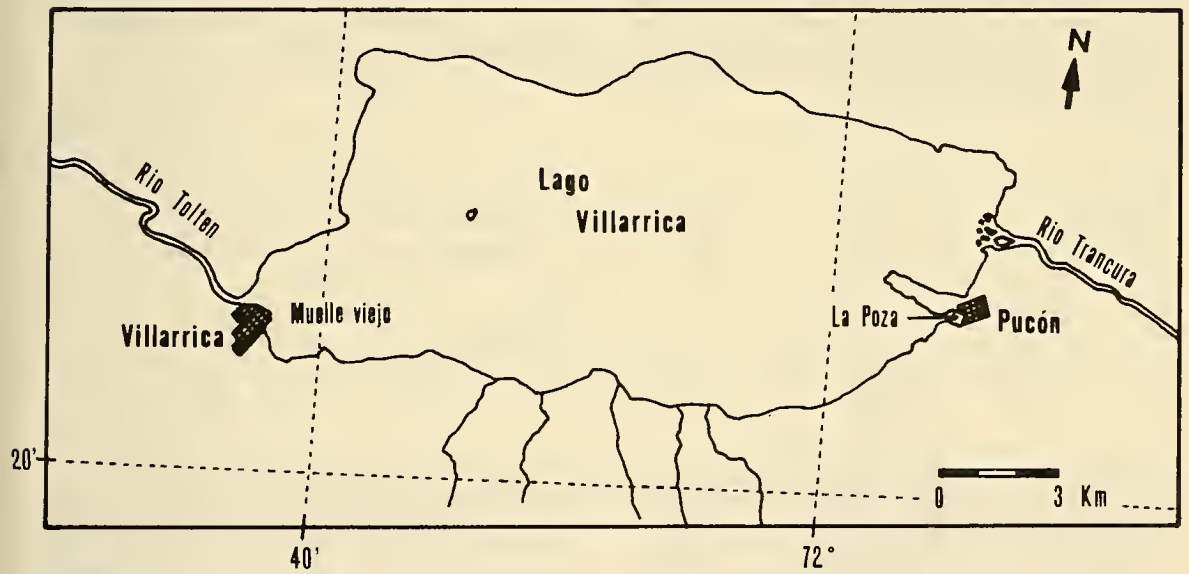


**Fig. 1.** Ubicación del sector La Poza-Lago Villarrica (39° 18'S; 72° 05'W).

## Densidad

Se determinó estacionalmente contando el número de individuos de *D. ch. chilensis* en cada una de las muestras obtenidas en cada ambiente. A fin de comparar las densidades por épocas entre los distintos ambientes y entre las distintas épocas en un mismo ambiente se aplicó la prueba t de medias $\alpha$ 0,05 (Zar, 1974).

## Distribución espacial

La ordenación espacial de *D. ch. chilensis* en cada ambiente se determinó inicialmente mediante el test razón Varianza-Media probando su desviación desde una distribución al azar mediante el test de ji cuadrado $\alpha$ 0,05 y prueba t de student $\alpha$ 0,05 (Elliott, 1977). Luego para tener mayor claridad respecto al tipo de

distribución, se aplicó el índice de Morisita (Id)(Morisita, 1959, *fide* Elliott, 1977) probando su desviación desde una distribución al azar mediante la prueba de ji cuadrado $\alpha$ 0,05 (Elliott, *op. cit.*).

### Análisis granulométrico del sedimento

Cada unidad de muestreo obtenida fue tamizada en húmedo mediante cribas de 4 mm y 63 um para separar grava, arena y fango, respectivamente. Posteriormente cada porción de sedimento fue secado en estufa Memmert a 70°C hasta alcanzar peso constante, lo que se logró en aproximadamente 48 horas y pesado a fin de calcular el porcentaje total de grava, arena y fango. Finalmente se construyó un diagrama triangular de Shepard, siendo la textura del sedimento clasificado según Lewis (1984).

### Materia orgánica

La materia orgánica contenida en cada muestra se estimó mediante diferencia de peso de la muestra luego de ser sometida a una mufla WC Hanau MR 170 mantenida a 550°C por 4 horas.

## RESULTADOS

**Densidad de *Diplodon chilensis chilensis* en función del tipo de sustrato.** Las densidades promedio registradas (número de individuos en 625 $cm^2$) por época del año y área de estudio (arena y fango), mostraron diferencias significativas (probabilidad de error: $P < 0,001$) dada la mayor abundancia de esta especie en el ambiente fangoso (Fig. 2, Tabla I).

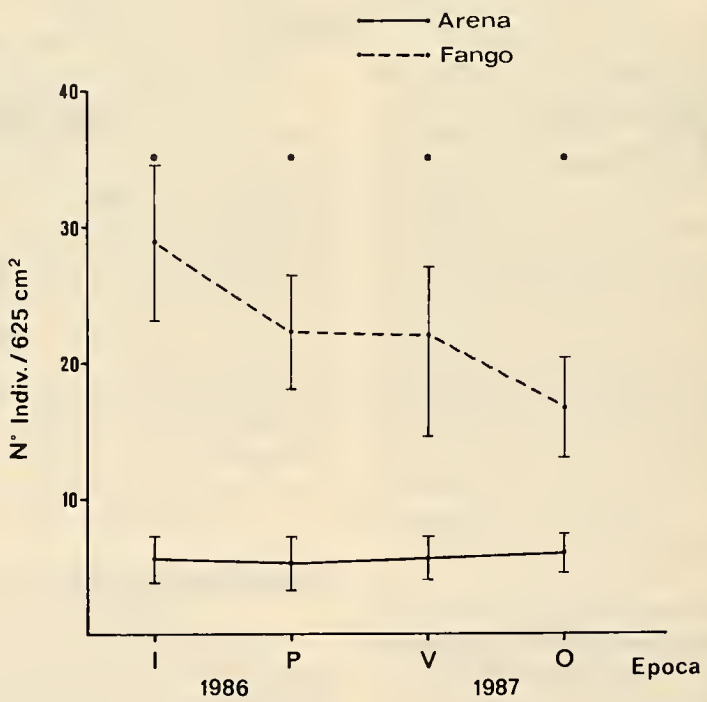


**Fig. 2.** Variación estacional de la densidad de *Diplodon chilensis chilensis* en sustratos de arena y fango (*) $P<0,001$; (d.e) desviación estándar en trazos verticales.

En el ambiente con sustrato arenoso la densidad bruta de la población de *D. ch. chilensis* presentó leves variaciones anuales, obteniéndose un mínimo de 5,34 ind/625 $cm^2$ en primavera y un máximo de 6,08 ind/625 $cm^2$ en otoño, siendo estas diferencias no significativas ($P > 0,05$). En el ambiente fangoso en cambio la densidad muestra una tendencia diferente por cuanto se observa una disminución desde invierno a otoño (29,03-16,97 ind/625 $cm^2$, respectivamente), siendo estas diferencias significativas ($P < 0,05$ y $P < 0,001$) con excepción de primavera-verano en las cuales la densidad tiende a mantenerse ($P > 0,05$).

TABLA I.

Comparación estacional de la densidad (N° indiv./625 $cm^2$) de *Diplodon chilensis chilensis* en sustratos de arena y fango en el sector La Poza - Lago Villarrica. Prueba t de medias. (n) número de muestras; ($\bar{x}$) densidad promedio; (d.e) desviación estándar; (t) valor de t observado; (P) probabilidad de error.

| Epoca y sustrato. / Estadísticos. | Invierno 1986 | | Primavera 1986 | | Verano 1987 | | Otoño 1987 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Arena | Fango | Arena | Fango | Arena | Fango | Arena | Fango |
| n | 35 | 35 | 35 | 31 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| $\bar{x}$ | 5,828 | 29,028 | 5,340 | 22,220 | 5,628 | 22,050 | 6,085 | 16,970 |
| d.e | 3,552 | 11,880 | 3,446 | 9,766 | 2,990 | 10,290 | 2,893 | 6,745 |
| t. obs | -10,908 | | -9,4282 | | -8,9316 | | -8,6486 | |
| P | P << 0,001 | | P << 0,001 | | P << 0,001 | | P << 0,001 | |

**Distribución espacial de *Diplodon chilensis chilensis* en función del tipo de sustrato.** *D. ch. chilensis* muestra una distribución agregada en ambos sustratos, arena y fango, a lo largo del año a excepción de otoño en sustrato arenoso donde a pesar de existir una varianza mayor que la densidad media, no existen diferencias significativas con una distribución al azar ($P > 0,05$)(Tabla II).

## Análisis granulométrico y materia orgánica

El análisis granulométrico realizado señala que el tipo de sustrato del ambiente arenoso corresponde a arena rudítica con pequeñas variaciones entre arena-fango rudítica y grava arenosa con tamaños de grano entre 63 um y 16 mm de diámetro. En cambio el sustrato del ambiente fangoso corresponde al tipo arena fangosa con variaciones entre fango rudítico y arena fangosa levemente rudítica compuestas por tamaños de grano menores a 63 um de diámetro (Fig. 3).

El análisis del sustrato para determinar el porcentaje de materia orgánica reveló que ésta es mayor en el sustrato fangoso variando desde 15,63% en invierno hasta 25,69% en verano. En sustrato arenoso en cambio la variación fue menor, fluctuando entre 13,37% en invierno hasta 18,40% en otoño.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Alvarenga y Ricci (1981) señalan que los uniónidos se encuentran preferente-

mente en sustratos fangosos. Los resultados del presente estudio corroboran lo anterior por cuanto la mayor densidad se encontró en este tipo de sustrato. Sin embargo la gran abundancia de esta especie en lagos y ríos del sur de Chile hacen pensar que aun cuando existe preferencia por la granulometría del sustrato, ésta no

**TABLA II.** Distribución espacial de *Diplodon chilensis chilensis* en el sector La Poza del Lago Villarrica.

| Epoca y sustrato. / Estadísticos. | Invierno 1986 | | Primavera 1986 | | Verano 1987 | | Otoño 1987 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Arena | Fango | Arena | Fango | Arena | Fango | Arena | Fango |
| n | 35 | 35 | 35 | 31 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| $\bar{x}$ | 5,83 | 29,03 | 5,34 | 22,22 | 5,63 | 22,05 | 6,08 | 16,97 |
| $s^2$ | 12,62 | 141,13 | 11,87 | 95,37 | 8,94 | 105,88 | 8,37 | 45,50 |
| $s^2/\bar{x}$ | 2,16 | 4,86 | 2,22 | 4,28 | 1,59 | 4,80 | 1,37 | 2,68 |
| t.obs | 4,83 | 16,08 | 5,08 | 12,71 | 2,45 | 15,83 | 1,56 | 7,00 |
| P | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,01-0,02 | <0,001 | 0,10-0,20 | <0,001 |
| $x^2_{obs}$ | 73,59 | 165,30 | 75,53 | 128,60 | 54,00 | 163,21 | 46,78 | 91,14 |
| P | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,01-0,025 | <0,001 | 0,05-0,10 | <0,001 |
| D | Ag | Ag | Ag | Ag | Ag | Ag | Az | Ag |
| Id | 1,195 | 1,129 | (—) | (—) | 1,100 | 1,168 | 1,060 | 1,096 |
| $x^2_{obs}$ | 73,59 | 165,31 | (—) | (—) | 54,04 | 163,38 | 46,78 | 91,15 |
| P | <0,001 | <0,001 | (—) | (—) | 0,01-0,025 | <0,001 | 0,05-0,10 | <0,001 |
| D | Ag | Ag | (—) | (—) | Ag | Ag | Az | Ag |

(n) número de muestras; ($\bar{x}$) es densidad promedio; ($s^2$) varianza; ($s^2/\bar{x}$) razón varianza-media; (t.obs, $x^2$obs.) prueba t y ji cuadrado para la razón $s^2/\bar{x}$; (P) probabilidad de error; (D) tipo de distribución; (Id) índice de Morisita; ($x^2$obs.) prueba ji cuadrado para índice de Morisita; (Ag) agregada; (Az) azar; (—) Id no adecuado para fines comparativos, n distintos.

es un factor fundamental en la distribución y abundancia de *D. ch. chilensis*. Es así como Mansur y Anflor (1981) indican que *Diplodon charruanus* y *D. pilsbryi* prefieren fondos de arena gruesa cuando hay corrientes de agua y fondos fangosos en aguas calmadas; Hebling y Penteado (1974) y Hebling (1976) señalan que *Diplodon rotundus gratus* se encuentra en fondos fangosos y fondos de arena fangosa. Otros uniónidos como *Anodonta piscinalis* tampoco muestran una preferencia marcada por un tipo de sustrato ya que su densidad poblacional es la misma en distintos tipos de fondos, en cambio *Unio tumidus* sí la presenta, pues la mayor den-

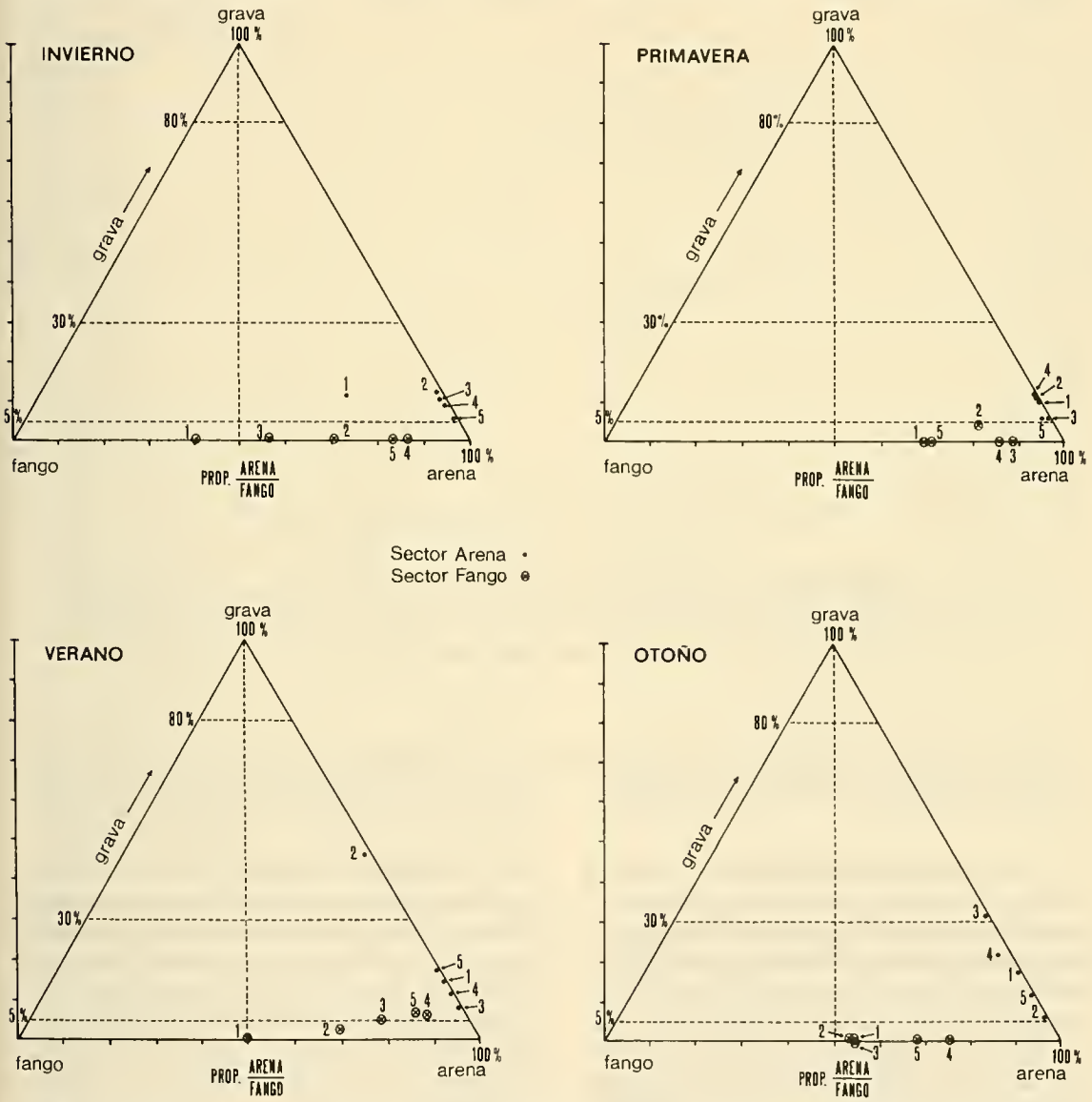


**Fig. 3.** Dispersión estacional de las muestras de sedimento en ambientes de arena y fango en el sector La Poza-Lago Villarrica.

sidad registrada ha sido en sustratos arenosos con una cubierta de limo y materia orgánica (Lewandowski y Stanczykowska, 1975). Probablemente más importante que la granulometría del sustrato *per se* sea la cantidad de materia orgánica y

fitobentos asociado a las partículas, ya que de ellos depende gran parte de la alimentación de *D. ch. chilensis* (Lara, datos no publicados). De este modo el sustrato fangoso con gran cantidad de materia orgánica asociada estaría determinando primariamente la abundancia de las poblaciones de *D. ch. chilensis*. Los resultados del presente estudio no permiten evaluar la influencia de la profundi-

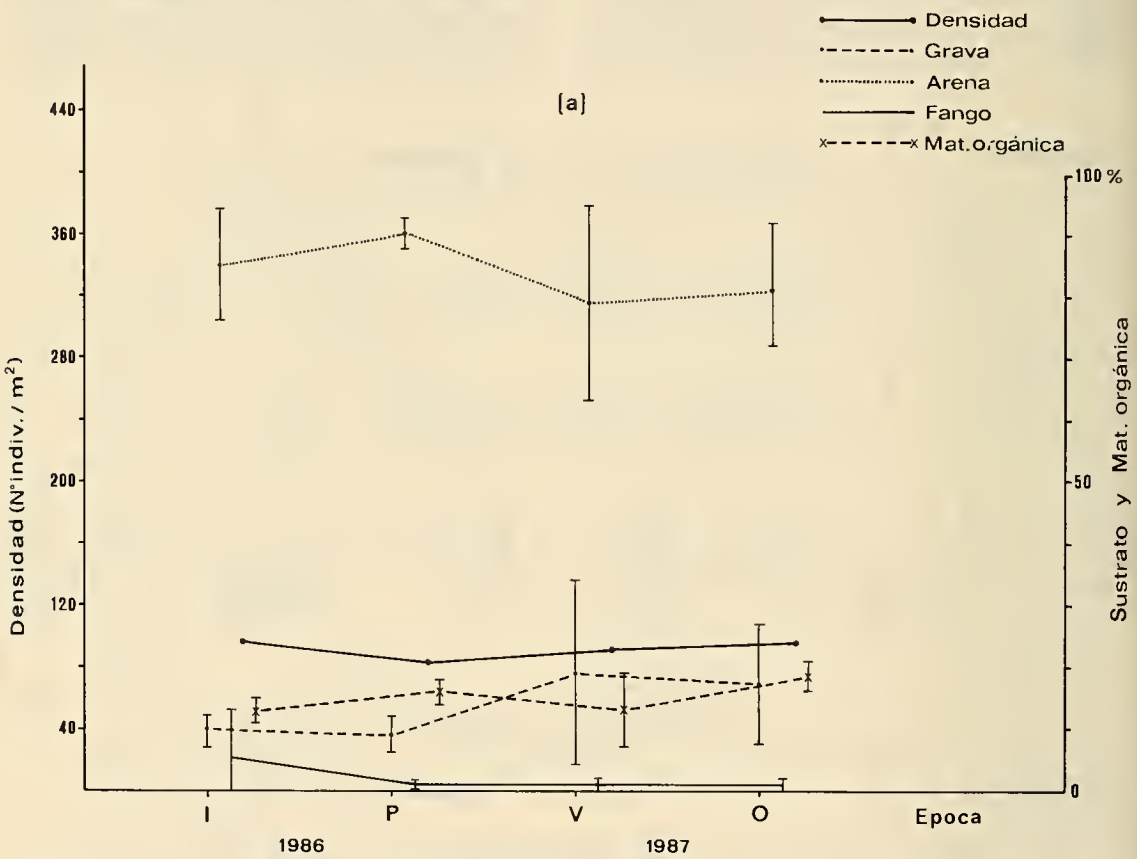


**Fig. 4a.-** Relación estacional entre el tipo de sustrato, materia orgánica y la densidad de *Diplodon chilensis chilensis* en ambientes de arena (a) (d.e.) desviación estándar en trazos verticales.

dad en la abundancia de estas almejas, dado que ambas poblaciones estudiadas eran litorales (con pendientes distintas), y desde el punto de vista pluviométrico, sometidas a las mismas variaciones anuales de los niveles de agua.

A pesar que *D. ch. chilensis* muestra preferentemente un patrón de distribución agregado, éste tiende a ser al azar en arena durante el otoño. Según Levinton (1982), la distribución al azar en organismos móviles implica una independencia entre los individuos de la población, en cambio en especies sésiles se atribuye a un asentamiento larval al azar o a un asentamiento uniforme con una mortalidad al azar posterior. *D. ch. chilensis* a pesar de ser una especie móvil, capaz de desplazarse distancias significativas en el sustrato (Lara, datos no publicados), presenta una distribución al azar en época de otoño, lo que no implicaría necesariamente una independencia entre los individuos. El cambio experimentado en la distribución espacial de la población de *D. ch. chilensis* de arena en época de otoño (de agregada a azar) posiblemente sea explicado por aspectos de su biología

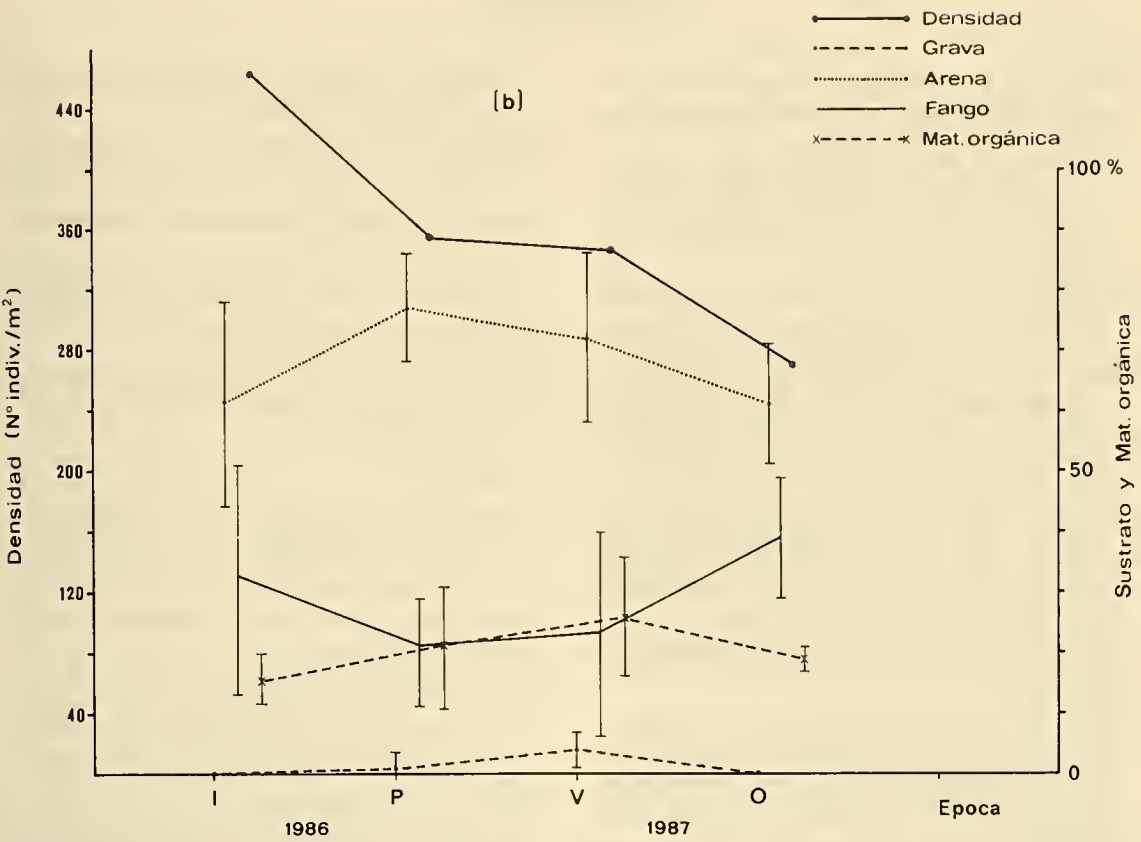


**Fig. 4b.-** Relación estacional entre el tipo de sustrato materia orgánica y la densidad de *Diplodon chilensis chilensis* en ambientes de fango (b) (d.e.) desviación estándar en trazos verticales.

reproductiva. Considerando que esta especie presenta actividad reproductiva estacional (Peredo y Parada, 1986) y un muy bajo porcentaje de hembras incubando sus embriones en las hemibranquias internas durante el otoño, con un aumento progresivo de ellas desde invierno a verano en el área de estudio (Parada, datos no publicados), es probable que en otoño cuando la fecundación es mínima los organismos tiendan a expandirse azarosamente en el sustrato. Finalmente, el patrón de distribución encontrado en el sector La Poza de Pucón sería producto de la acción conjunta de una serie de factores tanto físico-químicos como biológicos cuyo peso sólo será posible descubrir mediante estudios experimentales.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó bajo el auspicio de la Comisión de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile-Sede Regional Temuco (Proy. 2.86.1).

Se agradece al Licenciado Carlos Rojas, de la Universidad Austral de Chile por la ayuda otorgada en el análisis granulométrico del sedimento y al Prof. Luis Leiva, del Depto. de CCNN-Biología de la P. Univ. Católica de Chile-Temuco, por la confección de figuras.

## BIBLIOGRAFIA


Allee, W.C., A.E. Emerson; O. Park y K.P. Schmidt. 1949. Principles of animal Ecology. Saunders, Filadelfia, Penn. 837 pp.

Alvarenga, L.C. de F. y C.N. Ricci. 1981. Bivalvia. En: Aquatic biota of tropical South America. Part. 2: Anarthropoda (Eds. Hurlbert, S.H.; G. Rodrigues). San Diego State University. San Diego. California: 208-217.

Brower, J.E. y J.H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general Ecology. Wm. C. Brown. Company Publs. Dubuque. Iowa. 194 pp.

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. Hist. Nat. Santiago. 172:3-10.

Campos, H.; W. Steffen; C. Román; L. Zúñiga y G. Aguero. 1983. Limnological studies in Lake Villarrica morphometric, physical, chemical, planktonical factors and primary productivity. Arch. Hydrobiol. Suppl. 65(4):371-406.

Campos, H. 1984. Limnological study of araucanian lakes (Chile). Verb. Internat. Verein. Limnol. 22:1319-1327.

Campos, H.; W. Steffen; G. Aguero; G. González y L. Villalobos. 1987. Estudio de los lagos Villarrica y Llanquihue. Informe Final. Ministerio de Obras Públicas y Universidad Austral de Chile. 522 pp.

Elliott, J.M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Scient. Publs. Freshwat. Biol. Ass. 25:157 pp.

Hebling, N.J. y A.M.G. Penteado. 1974. Anatomía funcional de *Diplodon rotundus gratus* Wagner, 1827 (Mollusca, Bivalvia). Rev. Brasil. Biol. 34:67-80.

Hebling, N. J. 1976. The functional morphology of *Anodontites trapezius* (Spix) and *Anodontites trapesialis* (Lamack) (Bivalvia: Mycetopodidae). Bolm. Zool. Univ. S. Paulo. 1:265-297.

Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on Limnology. I. Geography, Physics and Chemistry. John Wiley and Sons. INC. New York.

Laugenie, Cl. 1971. Elementos de la cronología glaciar de los Andes chilenos meridionales. Cuadernos del Sur. L:7-20.

Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Prentice-Hall. Inc. New Jersey. 526 pp.

Lewandowski, K. y A. Stanczykowska. 1975. The occurrence and role of Bivalves of the family Unionidae in Mikolajskie Lake. Ekol. Pol. 23:317-334.

Lewis, D. 1984. Practical sedimentology. Hutchinson Ross Publs. Company, Stroudsburg, Pennsylvania. 229 pp.

Mansur, M.C.D. y L.M. Anflor. 1981. Diferencias morfológicas entre *Diplodon charruanus* Orbigny, 1835 y *D. pilsbryi*, Marshall, 1928 (Bivalvia, Hyriidae). Iheringia, Sér. Zool. 60:101-116.

Peredo, S. y E. Parada. 1984. Gonadal organization and gametogenesis in the fresh-water mussel *Diplodon chilensis chilensis* (Mollusca: Bivalvia). The Veliger 27(2): 126-133.

Peredo, S.; G. Lara; E. Parada y R. Vega. 1984. Estudio ecológico e histológico de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828). Informe Final Proy. 2.80.2 CIPUC. Temuco. 86 pp.

Peredo, S. y E. Parada. 1986. Reproductive cycle in the freshwater mussel *Diplodon chilensis chilensis* (Mollusca:Bivalvia). The Veliger 28(4): 418-425.

Pielou, E.C. 1974. Population and community Ecology. Principles and methods. Gordon and Beach. Science Publs. New York. 424 pp.

Rabinovich, J.E. 1982. Introducción a la Ecología de Poblaciones. Continental. S.A. México. 313 pp.

Southwood, T.R.E. 1966. Ecological methods whith particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall. London.

Zar, J.Z. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc. 620 pp.