
ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA Y HÁBITAT DE UN PEZ ENDÉMICO DE CHILE EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (*Diplomystes nahuelbutaensis* ARRATIA, 1987)

EVELYN HABIT

Chile presenta una ictiofauna dulceacuícola altamente singular, caracterizada por ser poco diversa, estar adaptada a ríos de condiciones extremas, presentar pequeños tamaños corporales, retener caracteres primitivos y encerrar un alto endemismo (Campos *et al.*, 1993a; Vila *et al.*, 1999; Dyer, 2000). Tanto a nivel de familias como de géneros, el grupo más importante en número es el de los Siluriformes, con un total de 11 especies distribuidas desde el extremo norte del país hasta Tierra del Fuego. Dentro de este grupo, la Familia Diplomystidae está considerada como la más primitiva del orden Siluroidei y comparte caracteres con teleosteos primitivos (Arratia, 1987; de Pinna, 1998). Las tres especies de *Diplomystes* presentes en Chile se distribuyen alopátricamente en sentido latitudinal, habitando en los ríos andinos del centro y sur de Chile (Arratia *et al.*, 1981; Vila *et al.*, 1999). En particular, la especie *D. nahuelbutaensis*, endémica de la zona centro-sur de la Provincia de Chile (*sensu* Dyer, 2000) se distribuye exclusivamente en tres hoyas hidrográficas (Itata, Biobío e Imperial), habitando en ambientes ritrales de aguas rápidas, bien oxigenadas y poco profundas (Campos *et al.*, 1993a, b; Habit, 1994, 1998; Ruiz, 1996; Vila *et al.*, 1996).

Arratia *et al.* (1981) y Arratia (1983) han postulado que la desaparición o disminución de las poblaciones de *Diplomystes* en los sistemas fluviales se debería fundamentalmente a las alteraciones de los sistemas acuáticos, por lo que ha

sido clasificada como en peligro de extinción (Campos *et al.*, 1998). Con el fin de proteger esta especie se han llevado a cabo algunas medidas de manejo, tales como la translocación de ejemplares (Habit *et al.*, 2002), lo cual ha permitido la recuperación de poblaciones en áreas previamente intervenidas. Sin embargo, al momento de planificar medidas de mitigación de grandes proyectos (*e.g.* construcción de represas, canales de riego u otras) o acciones de manejo, se presenta como restricción el escaso conocimiento de la biología de esta especie (Campos *et al.*, 1993a).

El conocimiento actual de la biología de *D. nahuelbutaensis* indica que su desove tiene lugar concordantemente con los caudales más bajos del año (fines de verano y comienzos de otoño) y que presenta una baja tasa de fecundidad (Vila *et al.*, 1996), lo que explica en parte que conforme naturalmente poblaciones de pequeño tamaño. Ello, sumado a la presencia de huevos de gran tamaño (Vila *et al.*, 1996), sugiere que esta especie podría presentar cuidado parental; sin embargo, Lundberg *et al.* (2004) describieron larvas libres de 13mm y sin adaptaciones morfológicas.

Considerando el delicado estado de conservación de esta especie y su alto valor biológico, este trabajo tiene por objetivo aportar antecedentes biológico-poblacionales de la condición de *D. nahuelbutaensis* y describir su asociación con variables del hábitat. Para ello, se estudiaron las variaciones espacio-temporales de la

longitud y factor de condición de juveniles y adultos en cuencas de la VIII Región de Chile, con énfasis en el río Laja, principal tributario del río Biobío.

Materiales y Métodos

Se analizaron las variaciones espaciales y temporales de la longitud y factor condición de ejemplares de *Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia, 1987, utilizando la data recopilada en 17 muestreos efectuados entre los años 1997 y 2001 en el río Laja (cuenca del río Biobío, VIII Región, Chile). Durante este período se muestreó en diferentes ocasiones un total de 9 estaciones ubicadas entre la confluencia de los ríos Laja y Rucúe hasta el Salto del Laja (Figura 1). Los ejemplares fueron obtenidos mediante pesca eléctrica EFKO en ambientes someros y con espineles en áreas de profundidad mayor a 1m. Los espineles se confeccionaron con líneas de 30 anzuelos, utilizando larvas de insectos acuáticos como carnada. Sólo los ejemplares que resultaron dañados durante el muestreo o toma de datos (*ca.* 10% del total) fueron fijados en formalina al 10% o alcohol al 96%; los restantes fueron devueltos a su hábitat. Todos los ejemplares capturados (N= 284) fueron medidos (longitud total mediante vernier con 0,1mm de precisión) y pesados (balanza Ohaus con 0,01g de precisión) *in situ*. De acuerdo a Vila *et al.* (1996) se consideraron como juveniles a los individuos de longitud total (LT) ≤ 110 mm y como adultos a aquellos con LT > 110mm. Se determinó el factor o

PALABRAS CLAVE / Chile / *Diplomystes nahuelbutaensis* / Hábitat / Talla /

Recibido: 20/07/2004. Modificado: 14/12/2004. Aceptado: 17/12/2004.

Evelyn Habit. Licenciado en Biología y Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción (UDEEC), Chile. Profesor, Centro EULA-UDEC, e Investigador Posdoctorante, Departamento de Biología Integrativa, Brigham Young University, EEUU. Dirección: Centro EULA-Chile, Barrio Universitario s/n, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. e-mail: ehabit@udec.cl

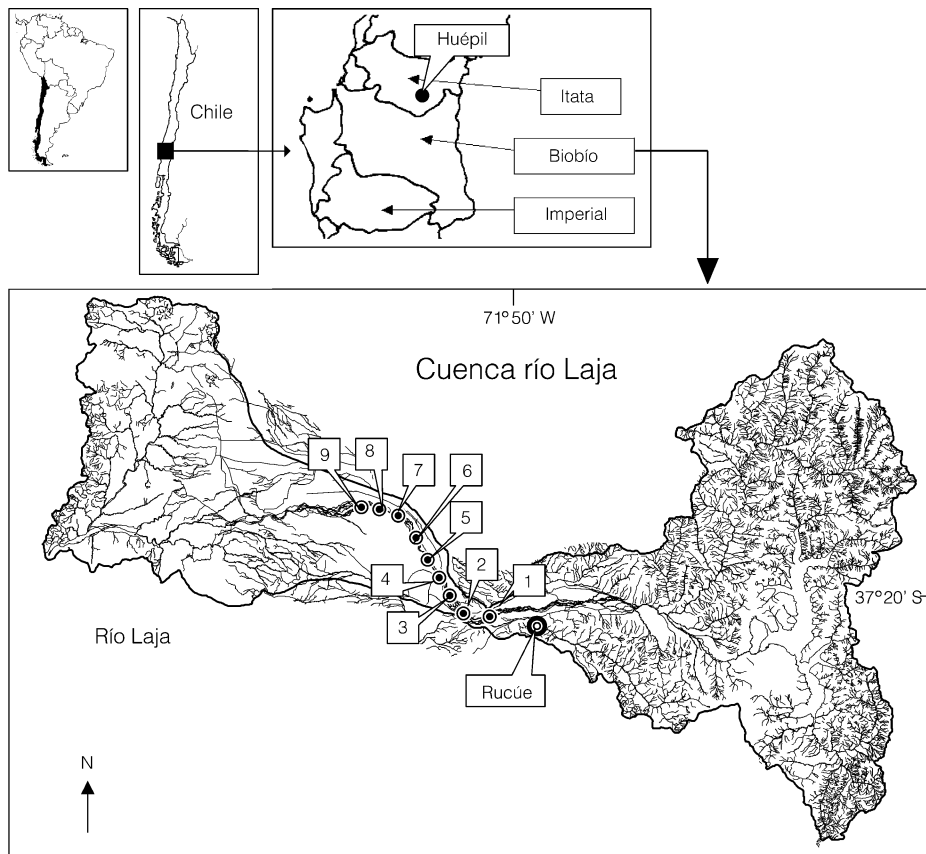


Figura 1. Zonas de distribución de *D. nahuelbutaensis* (cuencas Itata, Biobío e Imperial) y área de estudio: cuenca del río Laja (tributario del Biobío). Círculos con centro negro marcan las estaciones 1 a 9. La cuenca del río Rucúe (tributario del Laja) se marca con círculo de centro blanco. La cuenca del río Huépil (tributario del Itata) con círculo negro sólido.

índice de condición para cada individuo (Beckmann, 1948) y se estimó la relación longitud-peso mediante un análisis de regresión lineal simple, transformando ambas variables con Log_{10} . La variación temporal (entre épocas de muestreo) y espacial (entre estaciones a lo largo del río) de la talla (LT) y condición de juveniles y adultos se estimó mediante análisis de varianza de una vía. Dado que el diseño de muestreo es incompleto no fue posible usar un análisis de varianza de dos vías para conocer la interacción de los factores. Las diferencias significativas entre cada par de factores se contrastaron posteriormente con las comparaciones de HDS-Tukey (Zar, 1999).

Con el objetivo de conocer la variabilidad de la talla y condición de *D. nahuelbutaensis* en distintas cuencas hidrográficas, se comparó mediante la prueba de Kruskal-Wallis la longitud total y factor de condición de los ejemplares adultos y juveniles provenientes (Figura 1) de los ríos Laja, Rucúe (tributario del Laja) y Huépil (tributario del Itata). Los ejemplares del Rucúe (N= 15) fueron capturados en muestreos sucesivos entre 1997 y 2000; aquellos provenientes del río Huépil (N= 21) fueron capturados entre

1994 y 1995, utilizando la misma metodología de muestreo en épocas del año similares.

Para determinar la relación entre la talla de los individuos de *D. nahuelbutaensis* y las características del hábitat, se realizaron análisis de regresión de Spearman entre LT (transformada $\text{log}_{(x+1)}$) con variables estructurales del hábitat y de calidad del agua. Las variables estructurales medidas fueron profundidad media y máxima del tramo muestreado, velocidad de corriente y tipo de sustrato (gravas: 2-75mm diámetro; cantos: 75-300mm; piedra: 300-600mm y bolones: >600mm). Las variables de calidad del agua medidas *in situ* fueron temperatura (0,1°C de precisión), pH (pHmetro portátil Cole Parmer), conductividad (conductímetro Hanna) y oxígeno disuelto (oxigenómetro Hanna). Para este análisis solo se utilizó la data de un muestreo efectuado los días 24 al 27 de mayo de 1998 en las estaciones 2 a la 9, dado que en esa ocasión se registraron simultáneamente al muestreo todas las variables descritas anteriormente.

Resultados

Del total de individuos estudiados (284) del río Laja, 55,6% (158) fueron adultos y 44,4% (126) fueron juveniles (Tabla I). La longitud total promedio de los individuos adultos fue de $149,1 \pm 24,6\text{mm}$, con valores límite de 110,8 y 217,0mm. En los juveniles, el promedio fue de $54,4 \pm 27,3\text{mm}$ y fluctuó entre 12,9 a 101,9mm. La frecuencia de tallas presenta una distribución multimodal (Figura 2) con cuatro grupos modales: I entre <21 y 61,0mm, II de 61,1 a 110,0mm, III de 110,1 a 168,0mm, y IV >168,1mm. La relación longitud-peso de los individuos de

TABLA I
PROMEDIO (\pm DS) DEL TAMAÑO, PESO Y FACTOR DE CONDICIÓN DE LOS EJEMPLARES JUVENILES Y ADULTOS DE *D. nahuelbutaensis* EN LAS 9 ESTACIONES DE MUESTREO A LO LARGO DEL RÍO LAJA

Estación	Clase de edad	N	Longitud total (mm)	Peso (g)	Factor de condición
1	Juvenil	11	$88,4 \pm 21,9$	$9,9 \pm 3,7$	$1,04 \pm 0,11$
	Adulto	14	$143,7 \pm 31,3$	$36,2 \pm 24,2$	$1,08 \pm 0,12$
2	Juvenil	13	$40,3 \pm 4,4$	$0,7 \pm 0,2$	$1,00 \pm 0,06$
	Adulto	0	-	-	-
3	Juvenil	10	$68,2 \pm 20,0$	$4,5 \pm 3,5$	$1,14 \pm 0,08$
	Adulto	71	$149,4 \pm 24,9$	$42,1 \pm 22,2$	$1,16 \pm 0,14$
4	Juvenil	31	$51,6 \pm 31,4$	$3,5 \pm 3,6$	$1,03 \pm 0,12$
	Adulto	21	$156,6 \pm 23,1$	$48,9 \pm 22,5$	$1,19 \pm 0,14$
5	Juvenil	47	$50,4 \pm 26,7$	$2,6 \pm 2,9$	$1,11 \pm 0,19$
	Adulto	49	$147,7 \pm 22,9$	$40,7 \pm 21,7$	$1,13 \pm 0,16$
6	Juvenil	2	$65,8 \pm 24,4$	$3,4 \pm 3,1$	$0,98 \pm 0,03$
	Adulto	0	-	-	-
7	Juvenil	2	$72,1 \pm 34,4$	$5,8 \pm 6,6$	$1,06 \pm 0,14$
	Adulto	0	-	-	-
8	Juvenil	0	-	-	-
	Adulto	3	$136,8 \pm 16,4$	$28,7 \pm 11,1$	$1,08 \pm 0,02$
9	Juvenil	10	$42,4 \pm 4,2$	$0,8 \pm 0,2$	$1,01 \pm 0,11$
	Adulto	0	-	-	-

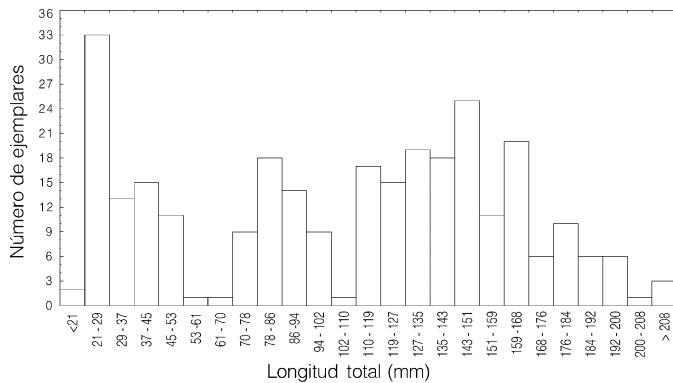


Figura 2. Frecuencia de tallas de *D. nahuelbutaensis* en el río Laja.

D. nahuelbutaensis del río Laja revela un crecimiento de tipo isométrico, con un coeficiente alométrico igual a 2,87 (Figura 3).

Los adultos de primavera resultaron significativamente más largos que aquellos de otras épocas del año (Tabla II, Figura 4a). En tanto, los juveniles fueron significativamente más grandes en invierno que en otoño y verano, y no presentaron diferencias con los juveniles de primavera. El factor de condición no resultó diferente en ninguna época del año, tanto para adultos como para juveniles (Tabla II, Figura 4b). La talla de los adultos no presentó diferencias a lo largo del río, mientras que los juveniles de la estación 1 fueron significativamente más grandes que los provenientes de las estaciones 2, 4, 5 y 9 (Tabla II). El factor de condición no presentó variaciones significativas a lo largo del río tanto para juveniles como para adultos (Tabla II).

En la comparación entre cuencas resultó que los adultos del río Huépil (cuenca del Itata) fueron significativamente más grandes y con un menor factor de condición que aquellos provenientes de los ríos Laja y Rucúe (Tabla II, Figura

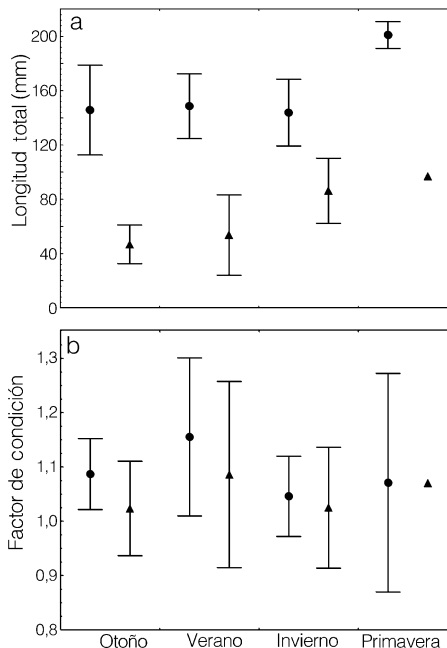


Figura 4. Variación estacional del promedio (\pm DS) de a: Longitud total (mm) y b: Factor de condición, en las cuatro épocas del año. ● → □: adultos, ▲ → ●: juveniles.

TABLA II

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD TOTAL Y FACTOR DE CONDICIÓN DE JUVENILES Y ADULTOS ENTRE ÉPOCAS DEL AÑO, ESTACIONES DE MUESTREO Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Factor	Variable	Clase edad	g.l.	F	Valor P
Épocas del año	Longitud Total	Juveniles	3,122	6,48	0,00 (**)
		Adultos	3,154	3,21	0,02 (*)
	Factor de Condición	Juveniles	3,120	1,64	0,18 (NS)
		Adultos	3,154	1,53	0,20 (NS)
Estaciones muestreo	Longitud Total	Juveniles	7,118	5,62	0,00 (**)
		Adultos	4,153	0,82	0,50 (NS)
	Factor de Condición	Juveniles	7,116	1,90	0,07 (NS)
		Adultos	4,153	0,02	0,15 (NS)
Cuencas	Longitud Total	Juveniles	2	4,33	0,11 (NS)
		Adultos	2	7,35	0,02 (**)
	Factor de Condición	Juveniles	2	2,13	0,34 (NS)
		Adultos	2	11,24	0,00 (**)

NS: no significativo; g.l: grados de libertad. * P<0,05; ** P<0,01.

5). Los juveniles no presentaron diferencias significativas entre cuencas para la talla y factor de condición (Tabla II).

Las variables estructurales y de calidad del agua del hábitat de *D. nahuelbutaensis* se muestran en la Tabla III. Esta especie habita ambientes típicamente ritrales, con

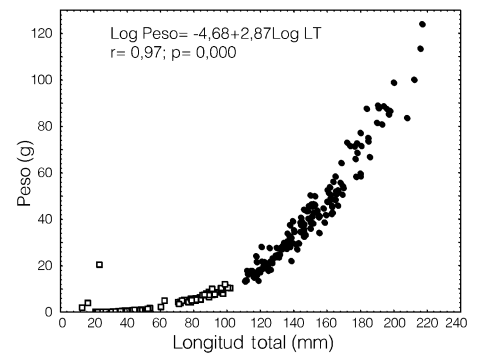


Figura 3. Relación longitud-peso de *D. nahuelbutaensis* en el río Laja. □: juveniles, ●: adultos.

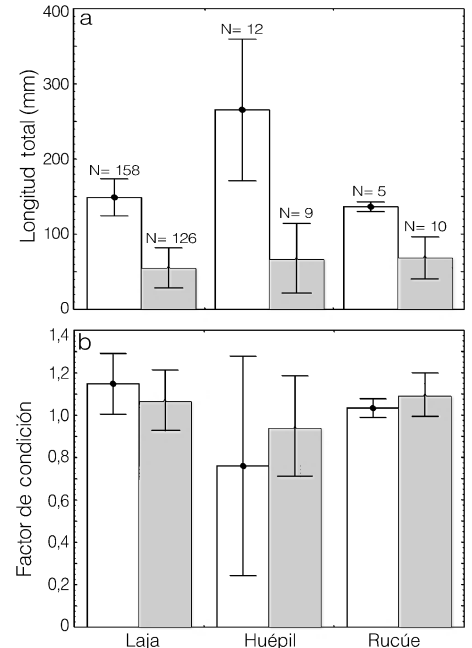


Figura 5. Comparación del promedio (\pm DS) de a: Longitud total y b: Factor de condición en tres cuencas hidrográficas. Barras blancas: adultos; barras grises: juveniles.

sustratos de gravilla a bolones, bajas temperaturas y alta oxigenación. Tal como se aprecia en la Tabla IV la longitud de *D. nahuelbutaensis* se correlaciona significativamente y positivamente con la velocidad de corriente, profundidad máxima y temperatura, en tanto que lo hace de manera negativa con el pH. Los demás parámetros medidos del hábitat no mostraron diferencias entre individuos juveniles y adultos.

Discusión

La distribución multimodal de las tallas de *D. nahuelbutaensis* sugiere que esta especie alcanza al menos edad 4+, siendo los grupos modales I (edad 0+) y II (edad 1+) no reproductivas, de acuerdo a la talla mínima de madurez sexual (110mm LT; Vila

TABLA III
VALORES MÍNIMO Y MÁXIMO DE LAS VARIABLES DEL HÁBITAT DE JUVENILES Y ADULTOS DE *D. nahuelbutaensis* EN LA CUENCA DEL RÍO LAJA

Variable	Juveniles	Adultos
Temperatura (°C)	11,1 – 12,8	11,9 – 12,2
pH	7,8 – 8,6	7,6 – 8,0
Conductividad (mS)	60,0 – 63,0	56,0 – 71,0
Oxígeno disuelto (mg·l ⁻¹)	8,3 – 10,3	8,7 – 10,7
Profundidad media (cm)	10 – 50	40 – 50
Profundidad máxima (cm)	30 – 65	100 – 120
Velocidad corriente (m·s ⁻¹)	0,25 – 0,65	0,87 – 0,90
Tipo de sustrato (mm)	15 – 580	25 – 640

et al., 1996). De esta forma, la reproducción comenzaría a partir de la edad 2+, es decir, al verano-otoño subsiguiente de su reclutamiento. Esto es consistente con lo reportado por Lundberg et al. (2004), quienes encontraron larvas libres de 13mm en el mes de diciembre (verano) en el río Laja, las cuales reclutarían en otoño cuando se detectan los juveniles de menor talla en el río. La lectura de otolitos de ejemplares de talla 200-210mm LT han arrojado edades 5+ (datos no publicados), lo cual indica que *D. nahuelbutaensis* es una especie iterópara que podría alcanzar al menos 2 eventos reproductivos a lo largo de su vida.

Tanto el crecimiento de tipo isométrico como los valores de factores de condición alrededor de uno indican que la población estudiada del río Laja se encuentra en buenas condiciones, sin diferencias con lo reportado para poblaciones de la cabecera del río Biobío (Vila et al., 1996). En cambio, los ejemplares adultos de la cuenca del río Itata alcanzan tallas mayores pero con menor factor de condición. Una hipótesis para explicar estas diferencias se relaciona con la abundancia de depredadores y oferta de alimento en una y otra cuenca. La cuenca del río Laja presenta una mayor densidad de salmoniformes introducidos (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*) que la cuenca del Itata (Habit, 1994, 1998; Ruiz, 1996), los cuales podrían estar ejerciendo una presión de depredación sobre bagres de tamaños medios y grandes. Por otra parte, la cuenca del Itata presenta una menor proporción de crustáceos del género *Aegla* que el río Laja (Habit et al., 1998), que constituye el ítem básico de la dieta de *D. nahuelbutaensis* (Campos et al., 1993a, b; Ruiz et al., 1993; Ruiz y Berra, 1994).

Finalmente, los resultados indican que los adultos y juveniles de *D. nahuelbutaensis* se segregan espacialmente de acuerdo a la velocidad de corriente, ocupando los adultos los sectores de mayor velocidad y profundidad, en tan-

to que los juveniles se asocian a hábitats menos torrenciales, ubicados preferentemente en las zonas ribereñas someras.

Estos resultados sugieren que al momento de considerar medidas de conservación para esta especie se debe tener especial cuidado en asegurar hábitats adecuados para la crianza de juveniles por un periodo relativamente largo (aproximadamente 2 años) y ambientes de torrentes y profundidad que sustenten adecuadamente los adultos.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a Waldo San Martín, Fernando Torres y César Sánchez por su ayuda en el trabajo de campo. Este trabajo fue parcialmente financiado por los Proyectos 032904 3/R de la Dirección de Investigación de la Universidad del Bío-Bío, Chile, y 203.113.064-1.0 de la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, Chile.

REFERENCIAS

- Arratia G (1983) Preferencias de hábitat de peces siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomycteridae). *Studies Neotrop. Fauna Envir.* 18: 217-237.
- Arratia G (1987) Description of the primitive family Diplomystidae (Siluriformes, Teleostei, Pisces): morphology, taxonomy and phylogenetic implications. *Bonner Zool. Monogr.* 24: 5-120.
- Arratia G, Rojas G, Chang A (1981) Géneros de peces de aguas continentales de Chile. *Publicaciones Ocasionales Museo Nacional Historia Natural*, Santiago de Chile 34: 3-108.
- Beckmann W (1948) The length - weight relationship, factors for conversions between standard and total lengths, and coefficient of condition for seven Michigan fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 75: 237-256.
- Campos H, Ruiz VH, Gavilán JF, Alay F (1993a) Peces del Río Biobío. *Publicaciones de Divulgación EULA* 5: 100 pp.
- Campos H, Alay F, Ruiz VH, Gavilán JF (1993b) Antecedentes biológicos de la fauna íctica presente en la hoya hidrográfica del río Biobío. En Parra O, Faranda F (Eds.) *Seminario Limnología y Evaluación de Impacto Ambiental*: 70-72. Centro EULA. Chile. 100 pp.

TABLA IV
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LA LONGITUD TOTAL DE *D. nahuelbutaensis* Y VARIABLES DEL HÁBITAT

Variable hábitat	Coefficiente
Profundidad media	-0,094 (NS)
Profundidad máxima	0,707 (**)
Velocidad de corriente	0,560 (**)
Sustrato	0,123 (NS)
Temperatura	0,575 (**)
pH	-0,542 (**)
Conductividad	0,081 (NS)
Oxígeno disuelto	-0,174 (NS)

NS: no significativo. ** P<0,01.

- Campos H, Dazarola G, Dyer B, Fuentes L, Gavilán JF, Huaquín L, Martínez G, Meléndez R, Pequeño G, Ponce F, Ruiz VH, Siefeld W, Soto D, Vega R, Vila I (1998) Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat.* 47: 101-122.
- de Pinna MC (1998) Phylogenetic relationships of neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysii): historical overview and synthesis of hypotheses. En Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZM, Lucena CAS (Eds.) *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. pp. 279-330.
- Dyer B (2000) Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos (Chile)* 19: 77-98.
- Habit E (1994) Contribución al conocimiento de la fauna íctica del río Itata. *Bol. Soc. Biol. Concepción* 65: 143-147.
- Habit E (1998) Peces. En Parra O, Habit E (Eds.) *Documento de Síntesis Estudio de Línea de Base para la Evaluación de Impacto Ambiental del Complejo Forestal Industrial Itata*: 79-86. Centro EULA. Universidad de Concepción. Chile. 172 pp.
- Habit E, Bertrán C, Arévalo S, Victoriano P (1998) Benthonic fauna of Itata River and irrigation canals (Chile). *Irrigat. Sci.* 18: 91-99.
- Habit E, Victoriano P, Parra O (2002) Translocación de peces nativos en la cuenca del río Laja (Región del Biobío, Chile). *Gayana* 66: 181-190.
- Lundberg J, Berra T, Friel J (2004) First description of small juvenile of the primitive catfish *Diplomystes* (Siluriformes: Diplomystidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 15: 71-82.
- Ruiz VH (1996) Ictiofauna del río Laja (VIII Región, Chile): una evaluación preliminar. *Bol. Soc. Biol. Concepción* 67: 15-21.
- Ruiz VH, Berra T (1994) Fishes of the high Biobío river of south-central Chile with notes on diet and speculations on the origin of the ichthyofauna. *Ichthyol. Explorat. Freshwaters* 5: 5-18.
- Ruiz VH, López MT, Moyano HI, Marchant M (1993) Ictiología del Alto Biobío: aspectos taxonómicos, alimentarios, reproductivos y ecológicos con una discusión sobre la hoya. *Gayana Zool.* 57: 77-88.
- Vila I, Contreras M, Fuentes L (1996) Reproducción de *Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia, 1987 (Pises: Diplomystidae). *Gayana Oceanol.* 4: 129-137.
- Vila I, Fuentes L, Contreras M (1999) Peces límnicos de Chile. *Bol. Mus. Hist. Nat. Chile* 48: 61-75.
- Zar J (1999) *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. EEUU. 663 pp.