

ANTECEDENTES SOBRE LA REPRODUCCION Y ALIMENTACION DE LA TRUCHA ARCO IRIS *SALMO GAIRDNERI* DEL EMBALSE CONCHI, ANTOFAGASTA, CHILE

ASPECTS OF REPRODUCTION AND FEEDING OF THE RAINBOW TROUT *SALMO GAIRDNERI* IN CONCHI RESERVOIR, ANTOFAGASTA, CHILE.

Alfonso Silva*, Luis Franco & Nelson Iturra*

RESUMEN

Se capturan 225 ejemplares entre los meses de junio 1982 y julio 1983. La relación longitud-peso para *S. gairdneri* del embalse Conchi está dada por la expresión: $W = 0.01790 \times L^{2.88}$.

El ciclo reproductivo anual alcanza su valor máximo durante los meses de julio-agosto-septiembre (Invierno e inicio Primavera), entre temperaturas de 6° a 9°C.

Su fecundidad es proporcional al tamaño, alcanzando a 3.228 el número promedio de óvulos desovados por hembra entre las longitudes de 33 a 51 cm de longitud total para un intervalo de confianza del 95%.

Su alimentación está compuesta básicamente por un Amphipoda del género *Hyaella* el que representa el 88,99% del número total de individuos encontrados en los estómagos analizados. Le siguen en menor importancia y probablemente como complemento de la dieta la clase Insecta (9,11%), la clase Bivalvia (0,56%), la clase Hirudinea (0,35%) y la clase Gastrópoda (0,01%).

Palabras claves: Reproducción, alimentación, *Salmo gairdneri*, Antofagasta, Chile.

ABSTRACT

No information is available on biological aspects of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) introduced to northern Chile. This paper presents observations on reproduction and feeding of trout collected in this region. Rainbow trout were captured in the Conchi reservoir by trammel netting at depths of 5 to 25 m; 225 specimens were obtained.

The relation between total length and body weight was given by the expression: $W = 0.01790 \times L^{2.88}$. The period of reproductive activity was found to be from July to September when the water temperature dropped to 6° to 9°C. More females were collected than males (1.38 F./M.). Average fecundity for females was 3228 ovules for length between 33 and 51 cm. The relation between total length and fecundity was given by the expression: $F = 4.0468 \times L^{1.78}$.

The gastric contents analysis showed that *S. gairdneri* in Conchi reservoir ate the abundant amphipod *Hyaella* (88.99%) and also Insecta (9.11%), Bivalvia (0.56%), Hirudinea (0.35%) and Gastropoda (0.01%).

Key words: Reproduction, Feeding, *Salmo gairdneri*, Antofagasta, Chile.

INTRODUCCION

Las primeras experiencias de introducción de especies salmonídeas en Chile (río Loa a Magallanes) datan desde 1905 (De Buen, 1959) y son principalmente con fines turísticos (Campos, 1970).

Actualmente gran parte de la población establecida se localiza en la zona centro-sur (Mac Crimmon, 1971), remitiéndose la información existente sobre la especie, sólo al

estudio de dichas poblaciones (Buen, 1959; Campos, 1970; Zeiss, 1973; Wetzlar, 1979; Lederman & Pichott, 1982; Zama & Cárdenas, 1983).

El presente trabajo consigna algunos antecedentes preliminares sobre reproducción y alimentación de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) que habita el embalse Conchi (Zona Norte), lugar donde aún permanece gran

*Departamento de Acuicultura, Universidad del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

parte de la población introducida a principios del presente siglo en la zona y sobre la cual no se tiene mayor información.

MATERIALES Y METODOS

El área de muestreo fue el embalse Conchi ubicado en la región de Antofagasta, provincia de El Loa, Chile (22°02'S y 68°30'W) a 3.015 metros sobre el nivel del mar. Su superficie de inundación es de 135 hectáreas contando con una profundidad útil de 54 m.

Las muestras colectadas fueron obtenidas mensualmente entre junio de 1982 y julio de 1983, con dos redes de trasmallo fijas, con dimensiones de malla interna de 7,0 cm y externa de 43 cm y un largo de 22 m. Las redes fueron caladas entre los 5 y 25 metros de profundidad durante la noche y levantadas por la mañana.

La longitud total y peso de las muestras se obtuvo en fresco en el mismo lugar de muestreo con precisión de 1,0 cm y 0,1 g, respectivamente. Además se tomó la temperatura superficial en cada uno de los muestreos para relacionarla con el ciclo reproductivo.

Se calculó la relación longitud-peso mensual para machos y hembra por separado

utilizando una regresión de tipo exponencial de la forma: $W = a L^b$ donde W = peso (g) y L = longitud (cm). Se aplicó análisis de varianza (Dixon & Massey, 1957) para determinar diferencias significativas entre las relaciones de macho y hembra.

Las gónadas fueron examinadas macroscópicamente para determinar sexo. El ciclo reproductivo fue estudiado por medio de los cambios mensuales del índice gonádico (I.G.) el que fue calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I.G. = \frac{\text{Peso gónada (g)}}{\text{Longitud total}^3 \text{ (cm)}} \times 10^4 \text{ (Warner, 1975)}$$

La fecundidad se obtuvo por el método de conteo directo de óvulos (Bagenal, 1978).

Los estómagos fueron conservados en formalina al 10% para llevar a cabo un análisis del contenido gástrico aplicando los métodos de frecuencia numérica y frecuencia de ocurrencia (Windell, 1968).

RESULTADOS

Se capturaron 225 ejemplares cuyos datos aparecen en la Tabla 1.

La relación longitud-peso para machos y

TABLA 1
Características de la muestra analizada en embalse Conchi

FECHA	SEXO	Nº	LONG. TOTAL (cm)	PESO TOTAL (g)
28 junio 1982	Macho	9	24,0 - 38,0	176,0 - 700,0
	Hembra	—	—	—
9 agosto 1982	Macho	9	36,0 - 43,0	680,0 - 820,0
	Hembra	14	36,0 - 51,0	513,6 - 1387,1
10 septiembre 1982	Macho	11	24,0 - 42,0	200,9 - 913,6
	Hembra	16	28,0 - 46,0	278,1 - 1709,6
	Indeterminado	3	27,0 - 31,0	257,0 - 395,8
23 octubre 1982	Macho	—	—	—
	Hembra	12	27,0 - 33,0	234,1 - 465,4
9 diciembre 1982	Macho	7	28,0 - 35,0	276,8 - 482,1
	Hembra	29	27,0 - 37,0	237,2 - 479,7
	Indeterminado	6	29,0 - 35,0	285,9 - 460,2
14 enero 1983	Macho	13	28,0 - 50,0	272,1 - 1323,8
	Hembra	16	31,0 - 39,0	365,6 - 631,1
	Indeterminado	3	32,0 - 34,0	398,2 - 420,7
3 marzo 1983	Macho	16	16,0 - 39,0	46,9 - 675,3
	Hembra	24	16,0 - 43,0	51,5 - 784,3
	Indeterminado	4	32,0 - 37,0	394,9 - 536,7
2 junio 1983	Macho	7	22,0 - 44,0	130,6 - 881,9
	Hembra	6	18,0 - 39,0	66,5 - 676,2
13 julio 1983	Macho	16	23,0 - 39,0	159,9 - 623,2
	Hembra	4	33,0 - 39,0	474,8 - 673,4

para hembras no es significativamente diferente para un 99% de confianza. Por tanto la relación longitud peso para 209 ejemplares sexados de *S. gairdneri* está dado por la siguiente ecuación:

$$W = 0,01790 \times L^{2,88}$$

El coeficiente determinante " r^2 " es igual a 0,97 con 99% de confianza (Figura 1).

Los valores mensuales calculados para el I.G. que se presentan en la Tabla 2 nos indican que éste tiende a aumentar de diciembre a agosto para posteriormente decaer.

Para 1982 el valor máximo se alcanza en el mes de agosto con 11,62 y posteriormente comienza a decaer para alcanzar su valor más bajo en octubre. De diciembre de 1982 a junio de 1983 comienza a incrementar nuevamente alcanzando su valor más alto en el mes de julio con 16,81.

De ello se desprende que el período de reproducción se presentaría principalmente durante los meses de julio-agosto-septiembre (Invierno-Primavera) produciéndose el desove masivo durante los meses de agosto-septiembre.

Al analizar la relación existente entre la temperatura media superficial y el I.G., se determinó una relación inversa entre ambos parámetros. En la Tabla 2 se aprecia un mayor I.G., en aquellos meses en que la temperatura alcanza sus valores más bajos (julio-agosto) e inversamente valores menores del I.G., para temperaturas altas. De ello se desprende que el proceso de desove se llevaría a cabo dentro de un rango de temperatura entre 6,0°C a 9,0°C.

La Tabla 3 nos entrega la proporción sexual por meses. Se observa un predominio de las hembras sobre los machos en una proporción de 1,38 (H/M). No obstante lo anterior es interesante notar que la proporción de machos aumenta durante los meses de

junio de 1982, junio 1983 y julio del mismo año, meses relacionados con el período de reproducción de la especie.

Al analizar la proporción sexual respecto a la talla (Figura 2) se advierten tres situaciones bien definidas; entre los 19 y 28 cm de longitud se aprecia un mayor número de machos; entre los 29 y 40 cm se advierte un marcado predominio de las hembras y entre los 41 y 45 cm se mantiene, aunque en menor proporción dicho predominio.

De los conteos realizados para la determinación de la fecundidad se desprende que el número de óvulos aumenta en forma proporcional con el tamaño, obteniéndose para una hembra de 33 cm un promedio de 2.139 óvulos y para una hembra de 51 cm, 4.260 óvulos.

El número promedio de óvulos desovados por hembra para el rango de longitud total de 33 a 51 cm es de 3.228 (± 492) óvulos para un intervalo de confianza de 95%. Al relacionar la longitud total con la fecundidad se obtiene una curva (Figura 3) que se ajusta a la ecuación:

$$F = 4,0468 \times L^{1,78}$$

El coeficiente determinante " r^2 " fue de 0,98 con un 99% de confianza.

En relación a la alimentación, las Tablas 4 y 5 nos muestran la presencia mensual de los diferentes ítems alimentarios que conforman la dieta de la trucha del embalse Conchi. De ellas se desprende que la clase Crustácea (Orden Amphipoda, género *Hyaella*) constituye el principal ítem alimentario de la dieta de la especie. Le sigue en menor importancia la clase Insecta que constituye aparentemente un complemento de la dieta. Las clases Bivalvia, Hirudinea y Gastrópoda no representan ítems importantes por cuanto aparecen en muy poca cantidad y sólo eventualmente en la dieta.

TABLA 2
Valores promedios mensuales del índice gonádico (I.G.) y temperatura superficial para *S. gairdneri* del embalse Conchi.

MESES	1982					1983			
	Jn	A	S	O	D	E	Mz	Jn	Jl
I.G.	4,91 -	11,62 -	6,63 -	0,10 -	0,21 -	0,47 -	1,75 -	7,26 -	16,81
T°C (0-5 m.)	8,3° -	6,1 -	9,0 -	11,0 -	15,2 -	16,7 -	16,4 -	8,6 -	6,0

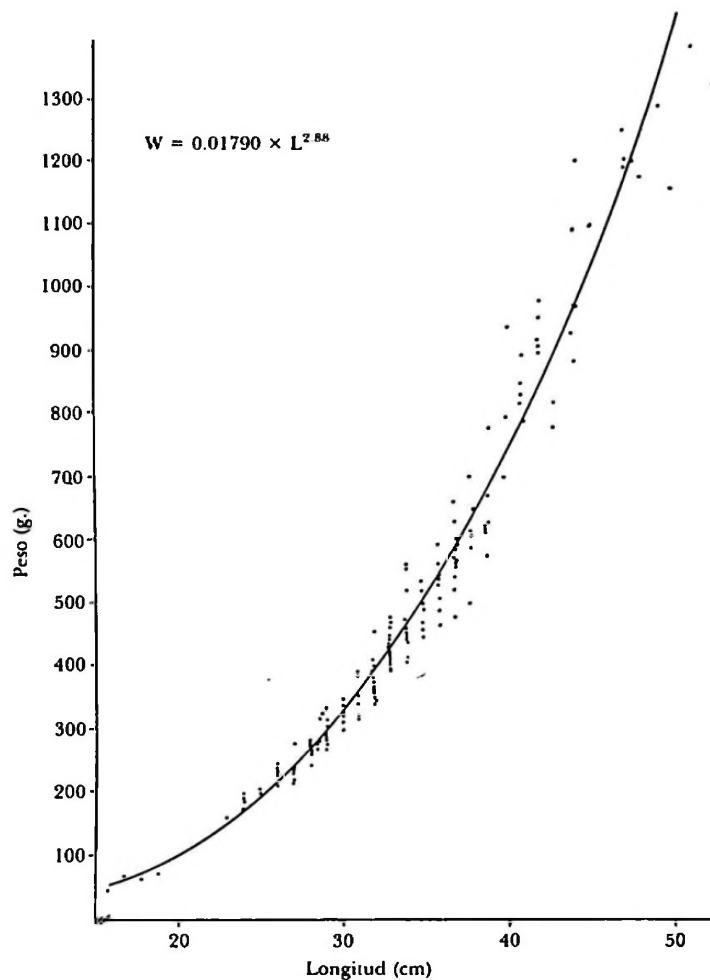


Figura 1: Curva de relación longitud-peso de la población de *Salmo gairdneri* del embalse Conchi

Mención especial merecen los huevos de trucha los que numéricamente aparecen comparables a la clase Insecta durante los meses de agosto, septiembre de 1982.

Sin embargo, su frecuencia es baja en los mismos meses por lo cual su incidencia en la dieta es mínima.

La presencia de estómagos vacíos varía mensualmente encontrándose los más altos porcentajes entre los meses de agosto (52,2%) y septiembre (31,0%), meses que coinciden con los meses de desove (Tabla 4).

DISCUSION

La trucha arco iris *S. gairdneri* ha sido introducida en la mayoría de los recursos de aguas de nuestro país y se distribuye desde la segunda región al sur (Campos, 1970; Mac Crimmon, 1971).

Su desove en el hemisferio norte ocurre durante el período de Invierno - Primavera (Leitritz & Lewis, 1976). Hobbs (1937) y Moyle (1976) en Zama y Cárdenas (1983) plantean que las truchas reproductoras son estimuladas en sus movimientos migratorios por el aumento de la temperatura y el nivel de las aguas, produciéndose una activación del desove a temperatura entre 6° a 10°C. La trucha del embalse Conchi demuestra un comportamiento similar en cuanto al rango de temperatura que induce su reproducción (6° a 9°C) y la temporada de desove (Invierno - Primavera).

El predominio de las hembras sobre los machos encontrados en el embalse Conchi coincide con lo encontrado para la misma especie por Ledermann y Pichott (1984) en la laguna Trupan (64,7% de hembras). Briggs (1953), plantea este predominio en *S. gaird-*

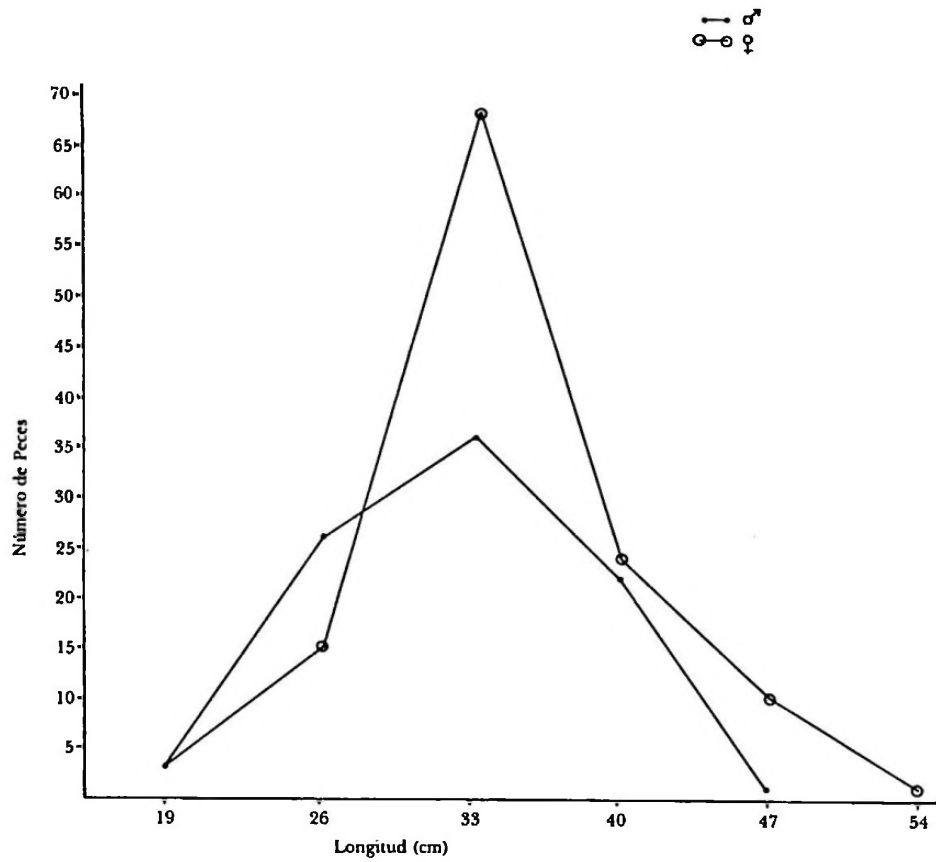


Figura 2: Composición de tamaños por sexo de *Salmo gairdneri* del embalse Conchi

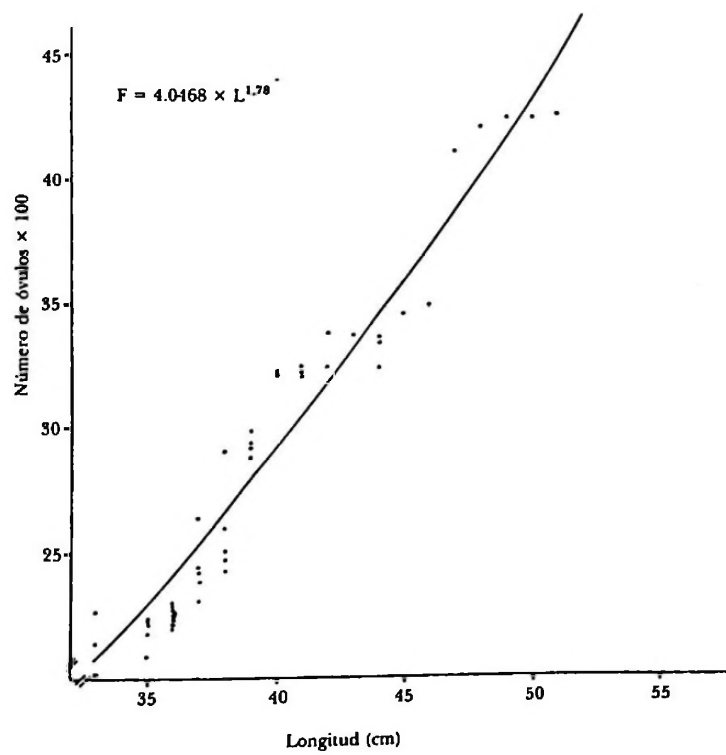


Figura 3: Curva de relación longitud-fecundidad de *Salmo gairdneri* del embalse Conchi

TABLA 3
Proporción sexual de la muestra de *S. gairdneri*
del embalse Conchi

MESES	Número		Porcentajes		Relación
	H	M	H	M	H/M
Junio (1982)	—	9	0,0	100,0	0,0
Agosto	14	9	60,0	39,1	1,56
Septiembre	16	11	59,3	40,7	1,45
Octubre	12	—	100,0	0,0	—
Diciembre	29	7	80,6	19,4	4,14
Enero (1983)	16	13	55,2	44,8	1,23
Marzo	24	16	60,0	40,0	1,50
Junio	6	7	46,2	53,8	0,86
Julio	4	16	20,0	80,0	0,25
TOTAL	121	88	57,9	42,1	1,38

neri (Richardson) de California, indicando que los machos predominan en ciertos estados juveniles bajando su proporción en los estados adultos. Kwain (1971) atribuye la predominancia de hembras en los estados adultos de *S. gairdneri* del lago Batchawana Bay, Ontario, a una tasa diferente de mortalidad entre sexos. Zama y Cárdenas (1982) encuentran en *Salmo trutta* de Ensenada Baja un predominio de hembras y Haraldstad y Jonsson (1983) observan el mismo fenómeno para dicha especie del lago Norwegian de Norway. Este último autor plantea además que en los grupos de desovantes dicha relación tiende a revertirse como una estrategia para la reproducción, fenómeno este último que se asemeja con lo encontrado para *S. gairdneri* del embalse Conchi.

De acuerdo a lo planteado por Kato (1975) los ovarios de trucha arco iris aumentan en peso durante los meses precedentes al desove coincidiendo con un alza igual en el índice gonádico. Posterior al desove dicho índice tiende a bajar. Dicho patrón coincide con el comportamiento del I.G. encontrado para *S. gairdneri* del embalse Conchi con una subida hacia la temporada del desove (julio-agosto) y una brusca baja en los meses posteriores (septiembre-octubre).

El número promedio de óvulos desovados por hembra (3.228) para *S. gairdneri* de Conchi es aproximadamente el triple de lo determinado por Zeiss *et al.*, (1973) para los mismos rangos de longitud analizados en *S. gairdneri* del río Cautín. Leitritz y Lewis (1976) reportan para la misma especie de una piscicultura de California un promedio

de 2.210 óvulos por hembra domesticada de 3 años, cantidad también menor a la encontrada en el embalse para hembras no domesticadas y por tanto de menores rendimientos. Este comportamiento podría estar relacionado con ambientes caracterizados por bajas densidades poblacionales (Wetzlar, 1979).

En relación a la alimentación, el predominio que muestra el orden Amphipoda en *S. gairdneri* del embalse Conchi es particularmente interesante por cuanto no se presenta en la misma proporción en otros ambientes lénticos del centro ni sur del país. Wetzlar (1979) reporta este grupo sólo para el lago Conguillio. Lederman y Pichott (1984) presentan Amphipoda e Insecta como los principales ítemes alimentarios para *S. trutta* de laguna Trupan, destacando para *S. gairdneri* del mismo lugar y en orden de importancia los grupos de Insecta, Molusca, Amphipoda y Gastrópoda. Temporalmente dichos grupos alternan su predominio lo cual contrasta con lo encontrado para *S. gairdneri* del embalse Conchi en el que se presenta un predominio de Amphipoda durante todo el año. La fuerte incidencia de Amphipoda corresponde sin lugar a dudas a la gran abundancia de este grupo observada durante todo el año en el embalse, encontrándose frecuentemente en la primera columna de agua y la vegetación acuática que rodea parte del mismo embalse.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los académicos Exequiel González y Matilde López por su valiosa colaboración en la identificación taxonómica de las muestras. Al Director de Riego de Antofagasta y personal del embalse Conchi por las facilidades entregadas en la toma de muestras. Al académico Héctor Fuentes por la revisión crítica del manuscrito.

Este trabajo fue financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad del Norte, Antofagasta.

LITERATURA CITADA

- BAGENAL, T.B. & E. BRAUM. 1968. Eggs and early life history. *En*: Methods for assessment of fish production in freshwaters. E.E. Bagenal (ed.) I.B.P. Handbook 3: 165-201. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- RIGGS, J.C. 1953. The behaviour and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. California

TABLA 4
Número de presas de los diferentes ítems alimentarios por mes para *S. gairdneri* del embalse Conchi

	1982												1983												N° DE MESES EN QUE SE PRESENTA EL ÍTEM	N° TOTAL DE INDI-VIDUOS
	JUNIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		DICIEMBRE		ENERO		MARZO		JUNIO		JULIO									
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%								
CRUSTACEA	2039	(99,61)	81	(50,62)	2308	(87,07)	1061	(99,53)	1973	(83,35)	3748	(84,60)	3256	(96,36)	192	(17,06)	937	(92,40)	9	15685						
INSECTA	3	(0,15)	37	(23,13)	186	(6,76)	3	(0,28)	387	(16,35)	655	(14,79)	42	(1,24)	216	(52,94)	76	(7,50)	9	1605						
GASTROPODA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	(0,06)	—	—	—	—	1	2						
RIVALVIA	—	—	—	—	41	(1,49)	2	(0,19)	1	(0,04)	27	(0,61)	27	(0,80)	—	—	—	—	5	98						
HIRUDINEA	—	—	—	—	4	(0,15)	—	—	5	(0,22)	—	—	52	(1,54)	—	—	1	(0,10)	4	62						
HUEVOS DE TRUCHA	5	(0,24)	42	(26,25)	125	(4,54)	—	—	1	(0,04)	—	—	—	—	—	—	—	—	4	173						
N° TOTAL DE INDI-VIDUOS POR MES	2047		160		2754		1066		2367		4430		3379		408		1014			17625						
N° DE ÍTEM QUE SE PRESENTARON EN EL MES	3		3		5		3		5		3		5		2		3									
N° ESTOMAGOS EXAMINADOS	9		23		29		12		38		32		44		13		19			219						

TABLA 5
Frecuencia de ocurrencia de los diferentes ítems alimentarios por mes para *S. gairdneri* del embalse Conchi

	1982												1983												N° DE MESES EN QUE SE PRESENTA EL ÍTEM	N° TOTAL DE ESTO-MAGOS
	JUNIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		DICIEMBRE		ENERO		MARZO		JUNIO		JULIO									
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%								
CRUSTACEA	9	(100)	7	(63,63)	16	(85)	10	(90,90)	36	(100)	26	(100)	41	(97,62)	10	(83,33)	16	(100)	9	171						
INSECTA	2	(22,22)	4	(36,36)	12	(60)	2	(18,18)	5	(13,88)	8	(30,77)	8	(19,05)	6	(50)	7	(43,75)	9	54						
GASTROPODA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(2,38)	—	—	—	—	1	1						
RIVALVIA	—	—	—	—	2	(10)	1	(9,09)	1	(2,77)	1	(3,85)	1	(2,38)	—	—	—	—	5	6						
HIRUDINEA	—	—	—	—	1	(5)	—	—	1	(2,77)	—	—	—	(7,14)	—	—	1	(6,25)	4	6						
HUEVOS DE TRUCHA	2	(22,22)	1	(9,09)	4	(20)	—	—	1	(2,77)	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8						
N° DE ESTOMAGOS CON CONTENIDOS	9		11		20		11		36		26		42		12		16			183						
N° ESTOMAGOS EXAMINADOS	9		23		29		12		38		32		44		13		19			219						

- Department Fish and Game Fishery Bulletin, 94: 1-62.
- BUEN, F. DE. 1959. Los peces exóticos en las aguas dulces de Chile. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 5: 103-137.
- CAMPOS, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Museo Nacional de Historia Natural Noticiero Mensual, 162: 3-9.
- DIXON, W. & F. MASSEY. 1957. Introduction to statistical analysis. McGraw-Hill Book Company, New York. 638 pp.
- HARALDSTAD, O. & B. JONSSON. 1983. Age and sex segregation in habitat utilization by brown trout in Norwegian lake. Transaction of the American Fisheries Society, 112(1): 27-37.
- KATO, T. 1975. The relationship between the growth and reproductive characters of rainbow trout *Salmo gairdneri*. Bulletin Freshwater Fishery Research Laboratory, 25(2): 83-115.
- KWAIN, W.-H. 1971. Life history of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in Batchawana Bay, Eastern Lake Superior. Journal Fisheries Research Board Canada, 28: 771-775.
- LEDERMANN, J. y L. PICHOTT. 1984. Análisis de la alimentación natural de *Salmo gairdneri*, Richardson y *Salmo trutta*, Linneaus en la Laguna Trupán, Chile. Memorias Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 5(3): 615-618.
- LEITRITZ, E. & R.C. LEWIS. 1976. Trout and salmo culture. (Hatchery methods). California Department Fish and Game Fishery Bulletin, 164: 1-197.
- MAC CRIMMON, H.R. 1971. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal Fisheries Research Board Canada, 28: 663-704.
- ZAMA, A. & E. CÁRDENAS. 1982. Seasonal occurrence of fishes collected in Ensenada Baja, Southern Chile, with notes of stomach contents, sex ratio and maturity. Report on introduction in Aysen, Chile, of the Pacific salmon. Servicio Nacional de Pesca - Japan International Cooperative Agency, 6: 1-19.
- ZEISS, E., S. BASULTO y V. ASTUDILLO. 1973. Consideraciones sobre algunos aspectos del desove e incubación artificial de truchas del género *Salmo* en Chile. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca. Biología Pesquera, 6: 77-100.
- WARNER, R.R. 1975. The reproductive biology of the protogynous hermaphrodite *Pimelometopon pulchrum* (Pisces: Labridae). Fishery Bulletin, 73(2): 262-283.
- WETZLAR, H. 1979. Beiträge zur Biologie und Bewirtschaftung von Forellen (*Salmo trutta*) in Chile. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. Albert-Ludwigs Universität in Freiburg Br.
- WINDELL, J. & S.H. BOWEN. 1968. Methods for study of fish diets based on stomach contents. En: Methods for assessment of fish production in fresh waters. E.E. Bagenal (ed.), I.B.P. Handbook 3: 219-226.