

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE LENGUADO CHILENO (*PARALICHTHYS ADSPERSUS*, STEINDACHNER, 1867) CULTIVADO EN ESTANQUES

GROWTH OF JUVENILE CHILEAN FLOUNDER (*PARALICHTHYS ADSPERSUS*, STEINDACHNER, 1867) IN TANK CULTURE

Alfonso Silva*, Marcia Oliva¹ y Francesc Castelló*

RESUMEN

Para determinar la tasa de crecimiento en engorde de *Paralichthys adspersus*, la posible existencia de tasas de crecimiento diferenciales entre grupos y el tiempo que demora la especie en llegar a tamaño comercial en cultivo, se procedió a monitorear durante 19 meses a 1378 juveniles de lenguado los que fueron separados en tres grupos de acuerdo a su tamaño: Grandes (6,28 cm); Medianos (4,44 cm); Pequeños (3,31 cm). Los peces fueron puestos en tanques de 1m² a densidad inicial de 0,2 Kg/m² con circulación de agua de mar filtrada (1 recambio/hora) y alimentados a saciedad 2 veces al día con pellet. Mensualmente se muestreó el 20% de los peces, determinándose su tasa de crecimiento específico, factor de condición, relación longitud-peso y ecuación de crecimiento. Tanto la tasa de crecimiento en longitud como en peso tienden a disminuir con la edad, no detectándose diferencias significativas entre grupos. Su relación longitud-peso describe un patrón de crecimiento con tendencia alométrica. Los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos son $L_{\infty} = 54,4$ cm, $k = 0,41$ y $t_0 = 0,3638$ años. De acuerdo a ello el 1er tamaño comercial se alcanzaría entre los 1,5 a 2 años y el kg a los 3,5 años de cultivo, tiempo que se acerca a otros peces planos de importancia comercial. Se concluye la inexistencia de diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre los grupos de peces provenientes de un mismo desove, así como la factibilidad de engorde de la especie a tamaño comercial en un tiempo adecuado.

Palabras clave: Tasa crecimiento, lenguado, engorde, cultivo.

ABSTRACT

Three different size groups of Chilean flounder *Paralichthys adspersus* were cultured in tanks to determine basic parameters for their mass culture and to determine if there was differential growth among three different size classes. Observations were carried out over 19 month period, using a total of about 1,378 fish initially separated into large (ca. 6.28 cm), medium (ca. 4.41 cm) and small (ca. 3.31 cm) sizes. Fish were maintained at about 0.2 kg/m² in 1 m² semicircular seawater tanks and given pelletized feed. Monthly determinations included lengths and weights, condition factor, length/weight relation, and growth equation. It was found that growth in length and weight of all three groups tended to decline with age, and that no significant differences could be detected between the groups. The length/weight relations tended toward allometry, and the von Bertalanffy growth parameters were $L_{\infty} = 54.4$ cm, $k = 0.41$ and $t_0 = 0.3638$ years. According to these data, commercial size of this species should be achieved in 1.5

Fecha de recepción: 04-11-00. Fecha de aceptación: 14-06-01.

*Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

**Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Avinguda, Diagonal, 645, 08028 Barcelona, España.

to 2 years, and 1 kg weight in 3,5 years. Values obtained were in agreement with literature values for other commercially valuable species. It is concluded that no significant differences in growth could be detected between the groups and the factibility of this culture for commercial purposes.

Key words: Growth rate, flounder, culture.

INTRODUCCION

El lenguado chileno (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1867) es un importante recurso pesquero artesanal y deportivo que se distribuye desde la localidad de Paita (Norte de Perú) a Lota (Centro Sur de Chile) incluyendo la isla Juan Fernández (Chirichigno, 1974; Pequeño, 1989).

Sus capturas muestran un decrecimiento importante durante la última década, pasando de 821 ton en 1990 a sólo 85 ton en 1999, lo que unido a su importancia económica a significado un creciente interés por su cultivo (Lobos *et al.*, 1992; Sernapesca, 1999).

En este sentido se han realizado diferentes estudios sobre el desarrollo larval, acondicionamiento, desove de reproductores y manejo de larvas de ésta y otra especie simpátrica y críptica lenguado de ojos chico *Paralichthys microps*, que señalan a ambas especies como aptas para el cultivo comercial (Tarifeño *et al.*, 1996; Silva & Vélez, 1998). Sin embargo el desarrollo de técnicas para la reproducción y cultivo larval de una especie, no bastan para determinar su factibilidad de cultivo comercial. En efecto, la tasa de crecimiento de juveniles en longitud y peso y el tiempo que demora la especie en llegar a su tamaño comercial en condiciones de cultivo son factores relevantes de considerar en la decisión del cultivo de la misma. Al mismo tiempo y dado el fenómeno de dispersión de tamaños que normalmente se manifiesta durante la metamorfosis y que se mantiene durante el engorde de éste y otras especies de cultivo procedentes de un mismo desove, y que obliga a graduarlos e incluso eliminar parte de la producción de menor crecimiento (Quirós & Howell, 1993; Minkoff & Broadhurst, 1994; Klokseth & Oiestad, 1999), hace necesario entender mejor este fenómeno, determinando si estas diferencias se deben a la posible existencia de diferentes tasas de crecimiento permanentes entre los grupos tradicionalmente formados.

Al respecto existen escasos antecedentes sobre el crecimiento natural o en cultivo de ambas especies. Silva & Flores (1994) proponen por primera vez una ecuación de crecimiento en longitud para lenguado chileno en cautive-

rio, utilizando 182 ejemplares capturados en su medio natural y mantenidos en estanques durante 336 días alimentados con pellet húmedo, señalando que bajo dichas condiciones *P. adspersus* alcanzaría los 500 g de peso en 1030 días de cultivo, con tasas instantáneas máximas de crecimiento en peso de 1,5 g/día en Marzo para peces de 5-10 g de peso y mínimas de 0,09 g/día en Septiembre para peces de 15-20 cm.

Por su parte Angeles (1995) presenta ecuaciones de crecimiento en longitud y peso diferenciadas por sexo y calculados a partir de 150 ejemplares de *P. adspersus* colectados en los puertos de Ancón, Callao, Chorrillos y Pucusaña, Perú, determinando que el tiempo en llegar a un tamaño comercial (>250 g) es de 2 años en hembras y 2 años y fracción en machos.

Chong & González (1995) entregan la relación longitud - peso por sexo para *P. microps* capturado en Bahía Concepción (36° S) y Tarifeño *et al.* (1996) señala para lenguados colectados en la misma bahía la existencia de tasas de crecimiento en peso exponenciales, agregando además que *P. adspersus* alcanzaría 1 kg. a los 41 cm, mientras que *P. microps* alcanzaría el mismo peso a los 46 cm, lo que implicaría que *P. adspersus* posee tasas de crecimiento en peso mayores que *P. microps* pudiendo alcanzar por ende en menor tiempo las tallas comerciales.

El presente trabajo describe los resultados obtenidos en el control de crecimiento de juveniles de lenguado chileno *P. adspersus* producidos en laboratorio y cultivados en estanques desde su nacimiento hasta tamaño comercial. Su principal objetivo es determinar su tasa de crecimiento en engorde, la posible existencia de tasas de crecimiento diferenciales entre grupos y el tiempo que demora el lenguado chileno en llegar a tamaño comercial en condiciones de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Los peces utilizados en la experiencia provienen de huevos de un solo desove espontáneo, ocurrido en el Laboratorio de Cultivo de Peces de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo, a fines del mes de Octubre, y proveniente de un grupo de 12 reproductores de *P. adspersus*

entre 650 y 4150 g de peso total, capturados y mantenidos durante 36 meses en estanques de 5,0 m³ con una renovación de 30% de su volumen/hora, alimentados con pellet húmedo y mantenidos a una densidad máxima de 3 kg./m³. Durante los primeros 60 días las larvas fueron cultivadas en estanques cilindro - cónicos negros de 500 l llenos con agua de mar y microalgas, a una densidad de 34 larvas/l, recambio gradual de agua filtrada y esterilizada desde un 20% a 100%/día y alimentadas según necesidad, con rotíferos y Artemia previamente enriquecidos con DHA-Selco (Inve Aquaculture N.V.). Una vez metamorfoseados fueron deshabitados en estanques semi - cuadrados de fondo plano utilizando pellet seco Lansy (Inve Aquaculture N.V.) entre 0,3 y 0,8 mm según tamaño de juveniles.

La experiencia se inicia con 1.378 juveniles de 5 meses de edad y de tamaños variables entre 2,3 cm y 8,7 cm. Estos fueron separados por rango de tallas en tres grupos obteniéndose las siguientes longitudes promedio por grupo: Grandes (G): 6,28 ± 0,98 cm (147) ; Medianos (M): 4,44 ± 0,45 cm (464) ; Pequeños (P): 3,31 ± 0,49 cm (767).

Cada grupo fue inicialmente puesto por duplicado en estanques semi - circulares de 250 l (1 m²) y densidad promedio inicial de 0,2 kg /m². Todos los estanques se mantuvieron con circulación continua de agua de mar filtrada a 50 µm cuyo flujo permitía aproximadamente un recambio/hora y aireación utilizando piedras difusoras.

Los peces fueron alimentados dos veces al día con pellet extruido (50,1% proteínas; 15,7% grasa; 6,6% humedad) cuyo tamaño fue variando entre 1 y 9 mm de acuerdo al tamaño inicial y final de los peces. Durante los primeros 3 meses la cantidad de alimento entregada se realizó en exceso y posteriormente a saciedad con un mínimo de 1% de la biomasa/día. A los 10 meses de iniciada la experiencia y debido al aumento en la densidad, los peces fueron trasladados a nuevos tanques circulares de 1000 l (1,45 m²) manteniendo las mismas condiciones y la separación por grupos por duplicado hasta el final de la experiencia que tuvo una duración total de 13 meses. Adicionalmente y con el objeto de determinar el tiempo de llegada a tamaño comercial y la curva de crecimiento de la especie, se prolonga el cultivo del grupo G en las mismas condiciones hasta los 19 meses (24 meses de edad). Las densidades máximas alcanzadas al final de la experiencia en los tres grupos fluc-

tuaron entre 12 y 15 kg/m²

Diariamente y durante los primeros 13 meses se extrajeron los peces muertos y se controló el alimento entregado y la temperatura de cada uno de los estanques. Mensualmente y durante toda la experiencia se procedió al muestreo al azar del 20% de los peces por tanque, sin usar anestésico y previo ayuno de 24 h. Para cada grupo de peces se obtuvo su longitud total (Lt) al cm inferior, utilizando un ictiómetro manual de 1 mm de precisión, y su peso mediante una balanza de 0,1 g de precisión.

A partir de los datos obtenidos durante los 13 meses de la experiencia se determinó el crecimiento en longitud y peso, la tasa de crecimiento específico en peso, el índice de conversión de alimento, su relación longitud-peso y el factor de condición para cada uno de los grupos, expresado en cada caso como sigue:

- Tasa de crecimiento específico en peso (G'P): expresado como % peso/día

$$G'P = \frac{(\ln Pf - \ln Pi) * 100}{t} \quad (\text{Hopkins, 1992})$$

- Índice conversión alimento:

$$IC = \frac{\text{Alimento entregado}}{\text{Incremento en peso}}$$

- Relación longitud - peso:

$$Pt = a * Lt^b \quad (\text{Hopkins, 1992})$$

- Factor de condición (K):

$$K = \frac{Pt}{Lt^3} * 100 \quad (\text{Lagler, 1975})$$

Al mismo tiempo y considerando la importancia del grupo G para el cultivo (grupo cabeza), se expresan las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso para dicho grupo, considerando 19 meses de cultivo y utilizando el modelo de von Bertalanffy, cuyas ecuaciones se expresan como (Hopkins, 1992) :

- Ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

- En longitud: $Lt = L_{\infty} * [1 - e^{-k(t-t_0)}]$

- En peso: $Pt = P_{\infty} * [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$

Por las características de la experiencia, los pa-

rámetros k y t_0 fueron estimados utilizando el método de aproximaciones de Munro (1982), a partir de los datos mensuales de crecimiento obtenidos para el grupo G durante los dos primeros años de cultivo y utilizando un L_∞ estimado para lenguado chileno de cultivo de 54,5 cm, de acuerdo a lo estimado previamente por Silva & Flores (1994) para la misma especie en engorde.

La existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tasas de crecimiento específico en peso y factor de condición estacional entre los diferentes grupos, se determinó estadísticamente utilizando el análisis de varianza de una vía (ANDEVA). Al verificarse diferencias significativas con ANDEVA las diferencias entre medias fueron puestas de manifiesto mediante el test de Tukey (Sokal & Rohlf, 1995). La comparación entre los coeficientes de regresión "b" de la relación longitud-peso entre cada uno de los grupos se realiza mediante uso del test de Student. Para el tratamiento de los datos se usó el programa SigmaStat 2.0 para Window.

RESULTADOS

Durante el desarrollo de la experiencia la temperatura mensual promedio de los estanques varió entre 17,3°C la máxima y 14,9°C la mínima.

La Tabla 1 muestra el crecimiento en longitud de los diferentes grupos de peces durante los 13 meses de la experiencia. Los ejemplares G con longitud inicial de $6,28 \pm 0,98$ cm alcanzan una longitud final promedio de $21,40 \pm 2,45$ cm, los M con longitud inicial de $4,46 \pm 0,45$ cm alcanzan una longitud final de $17,94 \pm 1,69$ cm y los P con longitud inicial de $3,31 \pm 0,49$ cm alcanzan una longitud final de $14,75 \pm 1,79$ cm. Al mismo tiempo se observa un aumento de la dispersión de tallas (desviación estándar) con la edad.

De la misma forma la Tabla 2 y Fig. 1 muestra el crecimiento en peso de los diferentes grupos en el mismo tiempo. Los ejemplares G con peso inicial de $3,27 \pm 1,67$ g alcanzan un peso final promedio de $152,40 \pm 61,08$ g, los M con peso inicial de $1,01 \pm 0,31$ g alcanzan un peso final

Tabla 1. Crecimiento en longitud en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) durante 13 meses de cultivo en estanques. * Muerte accidental de peces.

DE = desviación estándar.

Growth in length in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) during 13 month of culture in tanks.

*Accidental death of fish. DE= standard deviation.

Meses	Nº de Peces			Longitud (cm)			T°C
	G	M	P	G	M	P	
(0) Marzo	147	464	767	6,28 (0,98)	4,46 (0,45)	3,31 (0,49)	17,3
(1) Abril	147	463	765	7,38 (1,04)	5,28 (0,49)	4,21 (0,52)	16,6
(2) Mayo	147	462	730	8,97 (1,11)	6,41 (0,65)	4,88 (0,62)	15,1
(3) Junio	144	243*	730	9,60 (1,41)	7,16 (0,65)	5,69 (0,66)	15,4
(4) Julio	142	242	730	10,89 (1,93)	8,17 (0,84)	6,70 (0,91)	14,9
(5) Agosto	138	190	730	12,00 (1,92)	9,14 (0,98)	7,52 (1,02)	15,2
(6) Septiembre	138	190	730				14,8
(7) Octubre	137	183	730	13,94 (2,16)	10,96 (1,14)	9,64 (1,00)	14,9
(8) Noviembre	136	183	728	14,98 (1,77)	12,19 (0,95)	10,32 (1,26)	15,1
(9) Diciembre	136	182	728	15,96 (2,21)	13,03 (1,24)	11,02 (1,34)	17,1
(10) Enero	135	181	728	17,42 (1,82)	13,95 (1,04)	11,56 (1,54)	17,3
(11) Febrero	132	178	728	18,25 (2,30)	15,19 (1,52)	12,43 (1,57)	16,6
(12) Marzo	132	173	726	19,85 (2,33)	16,73 (1,87)	13,44 (1,10)	15,1
(13) Abril	129	172	725	21,40 (2,45)	17,94 (1,69)	14,75 (1,79)	15,4
(14) Mayo	129			22,70(2,47)			14,9
(15) Junio	129			23,99 (2,09)			15,2
(16) Julio	128			25,63 (2,94)			14,9
(17) Agosto	128			26,23 (2,60)			14,1
(18) Septiemb	128			27,11 (2,16)			14,5
(19) Octubre	128			28,90 (2,36)			14,6

Tabla 2. Crecimiento en peso , porcentaje de alimento entregado, tasa crecimiento específico en peso e índice de conversión de alimento en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivados durante 13 meses en estanques.

Growth in weight, percentage of food delivered, growth rate in weight and conversion index in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) under cultivation for 13 months in tanks.

Peso medio Meses	Alimento (gr)			Tasa Crec /día (%)			Índice Día (%)			Conversión		
	G	M	P	G	M	P	G	M	P	G	M	P
(0) Mar.	3,3	1	0,4									
(1) Abr.	5,2	1,8	0,9	11,2	9,3	17,2	1,64	1,80	2,89	5,38	3,97	3,93
(2) May.	9,2	2,9	1,4	9,0	8,3	8,8	1,79	1,43	1,36	3,7	4,28	5,37
(3) Jun.	11,2	4,4	2,3	6,9	2,8	8,4	0,65	1,38	1,55	9,59	3,14	4,25
(4) Jul.	17,5	6,3	3,5	5,9	4,6	4,8	1,55	1,25	1,53	3,05	2,9	2,48
(5) Ag.	23,9	9,5	4,8	2,9	6,3	4,6	1,04	1,39	1,05	2,41	4,81	3,73
(6) Sep.												
(7) Oct.	32,5	16,1	10,3	3,1	5,7	3,4	0,52	0,88	1,26	5,09	5,05	1,81
(8) Nov.	43,3	21,4	13,0	4,4	5,7	1,5	0,93	0,92	0,75	4,18	5,43	1,78
(9) Dic.	53,9	27,2	16,0	3,0	6,1	3,1	0,66	0,73	0,63	4,13	7,42	3,78
(10) En.	73,8	36,1	20,2	1,2	2,7	1,4	0,89	0,91	0,67	1,11	2,56	1,76
(11) Feb.	89,7	46,3	23,9	1,7	2,7	1,5	0,85	0,92	0,73	1,83	2,64	1,77
(12) Mar.	116,7	64,0	30,3	2,2	2,4	1,6	0,87	1,08	0,79	2,21	1,81	1,76
(13) Abr.	152,4	83,1	43,1	1,4	1,8	1,4	0,83	0,82	1,10	1,47	1,69	0,95
Promed							1,02	1,13	1,19			
(14) May	188,4			0,6			0,76			1,67		
(15) Jun.	222,0			0,7			0,51			1,29		
(16) Jul.	266,6			0,7			0,57			2,68		
(17) Aug.	271,4			0,6			0,06			2,70		
(18) Sep.	290,7			0,7			0,23			1,74		
(19) Oct.	356,1			0,5			0,70			0,49		

promedio de $83,08 \pm 26,70$ g y los P con peso inicial de $0,41 \pm 0,17$ g alcanzan peso final promedio de $43,09 \pm 14,79$ g. Al igual que el caso anterior, se observa un aumento de la dispersión de pesos (desviación estándar) con la edad.

En relación con el consumo de alimento la especie no se caracteriza por su voracidad y permanece durante el día normalmente posada en el fondo sin moverse. Al alimentarse se mueve indistintamente sobre el fondo y la columna de agua para atrapar el alimento. Inicialmente muestra un importante consumo (9 a 17%), sin embargo éste decrece igualmente en todos los grupos a partir del séptimo mes a niveles de 5% a 3% para terminar entre 1,4% y 1,8% al término de la experiencia. El índice de conversión es variable y tiende a disminuir en el tiempo desde 9,6 y 1,5 en el grupo G, desde 7,4 a 1,7 en el grupo M y desde 5,4 a 0,9 en el grupo P.

En relación con la tasa de crecimiento específico en peso (G/P), ésta tiende a disminuir con la edad en los tres grupos analizados, observándose más frecuentemente tasas de crecimiento mayores en los grupos G y M respecto

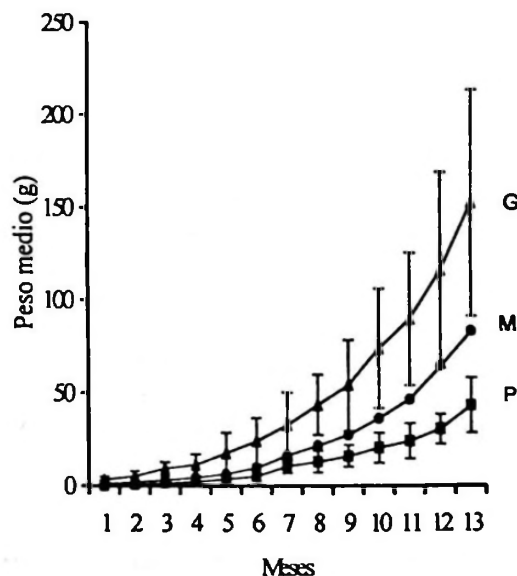


Figura 1: Crecimiento en peso en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado durante 13 meses en estanques. Líneas verticales muestran desviación estándar.

Growth in weight in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) culture for 13 months in tanks. Vertical line show standard deviations

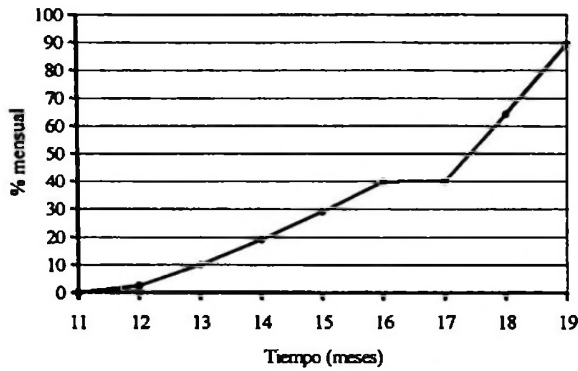


Figura 2: Porcentaje acumulado de juveniles de lenguado chileno del grupo "G" que alcanzan tamaño comercialización ((250 g) durante 19 meses de cultivo (24 meses edad).

Accumulate percentage of Chilean flounder juvenile, group G, which reached marketable size ((250g) during 19 months of culture (24 months of age).

al grupo P. Sin embargo, los valores promedios anuales son similares en todos los grupos (1,02% a 1,19%) no detectándose diferencias significativas entre ellos (F= 0,426, P= 0,657, g. l.=2,33).

Con dichas tasas de crecimiento y lo observado durante los siguientes meses los peces del grupo G comienzan a alcanzar el tamaño mínimo inicial de comercialización (26 cm, 250-300 g) a partir de los 12 meses y a los 19 meses el 89,5% del grupo se encuentra entre los 250 y 550 g de peso (Figs. 2 y 3).

La relación longitud - peso ($P_t = a \cdot L_t^b$) para los tres grupos estudiados queda definida por los siguientes parámetros:

	a	b	r	n
Grandes(G)	0,0099	3,121	0,999	730
Medianos(M)	0,0093	3,122	0,999	643
Pequeños(P)	0,0108	3,054	0,998	1262

Una comparación entre los coeficientes de regresión "b" indica que sólo existen diferencias significativas entre las curvas de los grupos G y P por lo cual se puede construir una relación longitud - peso para lenguado chileno en cultivo pertenecientes a los grupos G y M de la forma $P_t = 0,0091 \cdot L^{3,144}$ y otra para los grupos M y P de la forma $P_t = 0,0101 \cdot L^{3,085}$

El factor de condición estacional promedio anual para el lenguado (Tabla 3) fue de 1,34 para el grupo G, 1,24 para el grupo M y 1,21 para el grupo P. Sus valores estacionales muestran una tendencia al aumento con el tamaño, existiendo diferencias significativas entre los gru-

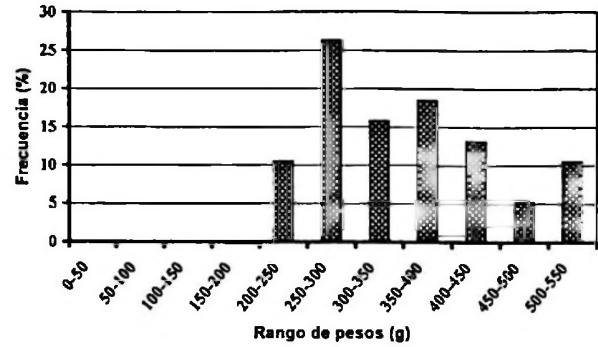


Figura 3: Distribución de rangos de pesos de juveniles de lenguado chileno, del grupo G, a los 19 meses de cultivo (24 meses de edad).

Weight range distributions of Chilean flounder juvenile, group G, at 19 months of culture (24 months of age).

pos (F= 4,109, P= 0,044, g. l.=2,12). El análisis de comparación múltiple de Tukey entre cada uno de los grupos nos indica la existencia de diferencias significativas sólo entre el grupo de los grandes y los pequeños (P<0,05), no detectándose diferencias significativas en dicho factor entre el grupo de los grandes y medianos ni entre estos y los pequeños.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos solo para el grupo G con $L_\infty = 54,5$ cm fueron, $k=0,41$ por año y $t_0 = 0,3638$ años. De acuerdo a estos datos y a las condiciones de cultivo descritas para el grupo, las ecuaciones de crecimiento en longitud y en peso para lenguado chileno toman la siguiente forma:

En longitud: $L_t = 54,5 \cdot [1 - e^{-0,41(t - 0,3638)}]$

En peso: $P_t = 2619,8 \cdot [1 - e^{-0,41(t - 0,3638)}]^{3,12}$

Con estas ecuaciones y calculadas las longitudes y pesos por edad (Tabla 4) se proyecta la curva de crecimiento en longitud y peso para

Tabla 3. Factor de condición estacional de tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado en estanques.

Season condition factor of three groups of Chilean flounder (*P. adspersus*) culture in tanks.

Estación	Grandes	Medianos	Pequeños
Otoño 97	1,29	1,19	1,19
Invierno	1,33	1,20	1,18
Primavera	1,23	1,20	1,14
Verano	1,40	1,27	1,24
Otoño 98	1,45	1,36	1,30
Promedio	1,34	1,24	1,21

Tabla 4. Valores de longitud y peso observados y calculados según ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, en lenguado chileno *P. adspersus* cultivado en estanques, D.E. = desviación estándar. Length and weight value observed and estimate according von Bertalanffy growth equation, in Chilean flounder *P. adspersus* culture in tanks.

Edad (años)	Longitud (cm)		Peso (g)	
	Calculada	Observada \pm D.E.	Calculado	Observado \pm D.E.
1	12,5	13,9 \pm 2,16	26,6	32,5 \pm 17,79
2	26,6	28,9 \pm 2,36	280,6	356,0 \pm 96,1
3	36,0	—	718,9	—
4	42,2	—	1.182	—
5	46,3	—	1.581	—

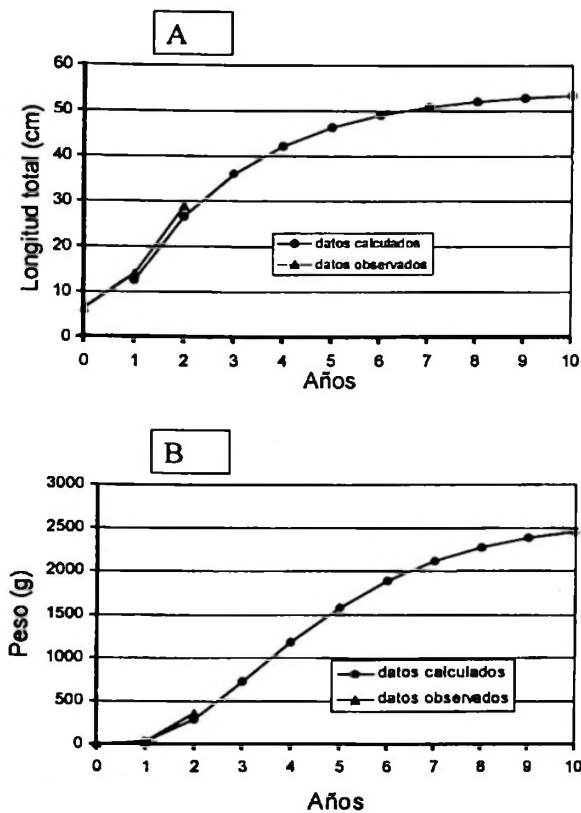


Figura 4: Curva de crecimiento en longitud (A) y en peso (B) de von Bertalanffy para lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado en estanques. von Bertalanffy curve of growth in length (A) and weight (B) for Chilean flounder (*P. adspersus*) culture in tanks

lenguado chileno (Fig. 4). De ello se desprende que bajo las condiciones de cultivo descritas, el 1er tamaño de comercialización del lenguado chileno se alcanza entre los 1,5 a 2 años y el kg se alcanzaría alrededor de los 3,5 años de cultivo. En términos de supervivencia y descartando una importante mortalidad ocurrida por vaciamiento accidental del agua de un estanque en el grupo de los medianos durante el 3er mes y en

el cual se pierden directamente 219 ejemplares, la supervivencia acumulada total por grupo fue de 87,1% en el grupo G, 84,3% en el grupo M y 94,5% en el grupo P.

DISCUSION

El presente trabajo demuestra que el lenguado chileno *P. adspersus* puede ser engordado en estanques, desde juvenil a tamaño comercial, sin dificultades de crecimiento, supervivencia ni manejo. En efecto, en la presente experiencia *P. adspersus* muestra tasas de crecimiento en engorde más altas que las reportadas por Silva & Flores (1994) para la misma especie proveniente del ambiente natural (0,19% - 0,79%) y coincidentes a las encontradas por Rolando y Ramírez ("comunicación personal", 1998) en 120 días de experiencia (1,05% - 1,69%). Igualmente las tasas, aunque menores, son similares a las citadas para turbot *Scophthalmus maximus* por Nijhof (1994) y por Oiestad ("comunicación personal", 1998) para diferentes grupos (3,2% - 0,6% y 0,79% - 0,84%, respectivamente) y las citadas para hirame *Paralichthys olivaceus* por Iwata *et al.* (1993) para similares temperaturas y tamaños (3,1% - 1,2%) lo que implica que la especie muestra rangos de crecimientos iniciales adecuados y similares a otras especies de cultivo comercial. De esta forma es posible proyectar una relación entre la disminución paulatina del consumo de alimento, la tasa de crecimiento y el incremento del factor de conversión de alimento durante el transcurso de la experiencia, lo que estaría relacionado con un incremento paulatino de la eficiencia en el uso del alimento ingerido por parte de los peces. Esto también se vería reflejado en el leve aumento del factor de condición que presenta la especie durante el transcurso de la experiencia.

La ausencia de diferencias significativas en las tasas de crecimiento entre los diferentes grupos analizados, coincide con lo encontrado por Quirós & Howell (1993) para *Solea solea* y Klokseth & Oiestad (1999) para *Hippoglossus hippoglossus*. Ello significaría que el grupo de los pequeños tiene un potencial de crecimiento similar al de los medianos y grandes y no debiera necesariamente ser descartado a priori, sino que se debería evaluar la entrega de mejores condiciones, como por ejemplo una graduación temprana, para mejorar su desarrollo. En efecto, diversos estudios en otros peces planos, indican el desarrollo de un importante grado de posicionamiento y jerarquización de los peces según tamaño dentro de la población y los estanques, fenómeno que tiene su origen en los altos niveles de varianza generados por la particular interacción social que muestran los peces planos durante su desarrollo (Purdom, 1974; Symons, 1967). Esto se traduce en una importante presión de los peces de mayor tamaño (dominantes) sobre los pequeños (subordinados), que tendería a disminuir sus tasas de crecimiento y aumentar sus diferencias de crecimiento durante el desarrollo. Sin embargo, al proceder a su graduación o separación, dicha jerarquización se rompe transitoriamente, aumentado la interacción entre los individuos lo que mejoraría sus tasas de crecimiento (Baardvik & Jobling, 1990; Klokseth & Oiestad, 1999). Así, la graduación temprana de estos peces sería una buena herramienta para mejorar las condiciones y el crecimiento en el grupo de menor tamaño relativo, lo que debiera ser debidamente evaluado antes de la decisión de descartar de los mismos.

Su relación longitud-peso es una función de tipo exponencial que describe un patrón de crecimiento en peso con tendencia alométrica, especialmente en los grupos de mayor tamaño. En efecto, los datos de crecimiento en peso de lenguado chileno sugieren una tendencia de crecimiento de tipo alométrico, particularmente a partir del décimo mes (50 g) después del cual muestran claramente un mayor incremento en peso que en longitud. Así mismo dicha relación difiere de la reportada anteriormente por Angeles (1995) para la misma especie, lo cual puede tener su explicación en el diferente origen y característica de las muestras analizadas. De acuerdo a la relación longitud-peso para el grupo G, el lenguado chileno alcanzaría los 250 g a los 26 cm y el kg a los 40,5 cm lo que concuer-

da con lo observado para la misma especie por Silva & Flores (1994) y lo señalado por Tarifeño *et al.* (1996). En este sentido y considerando que de acuerdo a Chong & Gonzalez (1995) el lenguado de ojos chicos alcanzaría 1 kg recién a los 46 cm se comprobaría una cierta ventaja en el cultivo de lenguado chileno sobre el lenguado de ojos chicos.

Dentro de los peces hallados muertos durante la experiencia se observaron algunos con síntomas de muerte por inanición (peces muy delgados) y otros pocos con presencia de infecciones bacterianas oportunistas, traducidas en la detección de peces aislados con necrosis en la piel, exoftalmia o mandíbula inferior destruida cuya causa se sospecha habría sido la presencia de cepas de *Vibrio* (Miranda & Rojas, 1996). Al mismo tiempo se observó una pérdida de peces no menos importante por problemas de estrés causado por ruidos, cambios bruscos de luminosidad, observaciones reiteradas u otros factores que alteran su cultivo, producto de lo cual los peces se golpean en las paredes de los estanques y saltan frecuentemente fuera de ellos. En este sentido es recomendable mantener buenas condiciones de cultivo y alimentación para todos los peces y mantener hermética y permanentemente cubiertos y aislados los estanques, de manera de disminuir la mortalidad por dichas causas.

De acuerdo a la proyección de la curva de crecimiento de von Bertalanffy obtenida, el lenguado chileno en cultivo alcanzaría su primera talla comercial a los 1,5-2 años y el kilogramo a partir del tercer año y medio, tiempo que, para similares condiciones, es levemente mayor que el requerido actualmente para la cosecha de otros peces planos de cultivo e importancia comercial que actualmente se transan en el mundo (Lygren, 1994; Silva & Vélez, 1998).

En este sentido cabe destacar que al igual que durante los comienzos del cultivo de otras especies de peces planos de importancia comercial, como el turbot (Liewes, 1984), las tasas de crecimiento del lenguado chileno pueden y deben ser mejoradas, dado que por el carácter inicial del plantel (1ª generación) y experimental del cultivo las condiciones del mismo no fueron las mejores. En este sentido tres serían los principales factores a mejorar. En primer lugar la temperatura de cultivo, que es relevante para acelerar el crecimiento de la mayoría de las especies. Al respecto y aunque no se tiene determinado la temperatura óptima para engorde

del lenguado chileno, se espera que a un promedio mayor de temperatura las tasas de crecimiento, al igual que para otras especies de cultivo, mejoren ostensiblemente (Malloy & Targett, 1991; Iwata *et al.*, 1993). Un segundo factor es la calidad del alimento y el protocolo de alimentación. Deben llevarse a cabo estudios sobre las reales necesidades nutricionales del lenguado chileno, dado que actualmente por disponibilidad y costos se utilizan fórmulas dietéticas adaptadas de otros peces como el turbot o el salmón que aunque satisfactorias, pueden no representar las reales necesidades de esta especie. Al mismo tiempo un protocolo más riguroso de alimentación (cantidad, frecuencia, tiempo de alimentación) y manejo de densidades y tamaños (Irwin *et al.*, 1999), sin lugar a dudas mejorarán sus tasa de crecimiento disminuyendo aún más el tiempo de llegada a tamaño comercial. Por último y una vez determinado su desarrollo comercial, es imprescindible el inicio de un programa de selección genética de reproductores tendiente a mejorar y homogeneizar los crecimientos y otras características deseables de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Eduardo Tarifeño por sus útiles comentarios a la versión original del escrito, al profesor Elías Alarcón por sus sugerencias en el análisis de los modelos de crecimiento, así como al Centro de Acuicultura e Investigaciones Marinas de la Universidad Católica del Norte por facilitar sus instalaciones para desarrollar el presente trabajo. Al mismo tiempo agradecemos los aportes de privados que desinteresadamente financiaron el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, E. & L. CID 1995. On the ecology of two sympatric flounder of the genus *Paralichthys* in the bay of Coquimbo, Chile. *Netherlands Journal of Sea Research*, 34(1/2):0-11.
- ANGELES, B. 1995. Dimorfismo sexual, crecimiento y fecundidad del lenguado común (*Paralichthys adspersus*) de la costa central del Perú. Tesis presentada para obtener título de Ingeniero Pesquero. Facultad de Pesquerías, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 64 pp
- BAARDVIK, B. M. & M. JOBLING 1990. Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture*, 90:11-16.
- CHIRICHIGNO, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar. Perú*, 44 :1-387.
- CHONG, J. & P. GONZÁLEZ 1995. Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos *Paralichthys microps* (Gunther 1881) (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) frente al litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 24: 39-50.
- HOPKINS, K. 1992. Reporting fish growth: A review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3):173-179.
- IRWIN, S., J.O. HALLORAN & R.D. FITZGERALD 1999. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture*, 178:77-88.
- IWATA, N., H. ONDA & M. KIYONO 1993. Effects of temperature on growth of japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). En : From discovery to commercialization. Abstracts. *World Aquaculture* 93. Page 391. Carrillo M., Dahle L., Morales J., Sorgeloos P., Svennevig N., Wyban J., (Compilers). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 19*. Oostende, Belgium. 632 pp
- KLOKSETH, V. & V. OIESTAD 1999. Forced settlement of metamorphosing halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in shallow raceway: growth pattern, survival and behaviour. *Aquaculture*, 176:117-133.
- LAGLER, K. 1975. *Freshwater fishery biology*. 2^a ed., W.M.C. Brown Company, Dubuque, Iowa, USA. 421 pp
- LIEWES, E.W. 1984. *Culture, feeding and diseases of commercial flatfish species*. A.A. Balkema. Rotterdam, The Netherlands. 103 pp
- LYGREN, E. 1994. Culture in recirculation systems. En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 93-104. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- LOBOS, G., A. SILVA, R. ROJAS & P. QUERO 1992. Rentabilidad de un centro de cultivo de lenguado en la IV Región. *Panorama Económico de la Agricultura*, 13 (81): 8-12.
- MALLOY, K. & T. TARGETT 1991. Feeding, growth and survival of juvenile summer flounder *Paralichthys dentatus*: experimental analysis of the effects of temperature and salinity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 72: 213-223
- MINKOFF, G. & A.P. BROADHURST 1994. Intensive production of turbot, *Scophthalmus maximus*, fry. En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 14-31. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- MIRANDA, C. & R. ROJAS 1996. Vibriosis en el lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) en cautiverio. *Revista Biología Marina*, 31 (1):1-9.
- MUNRO, J.L. 1982. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. *J. Cons. CIEM*, 40:199-200
- NIJHOF, M. 1994. Research on nutrition and growth in the culture of post larval turbot (*Scophthalmus maximus*). En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 137-165. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- PEQUEÑO, G 1989. Lista de peces de Chile. Revisada y

- comentada. *Revista Biología Marina*, 24: 1-132
- PURDOM, C.E. 1974. Variation in fish. En: *Sea Fisheries Research*. Harden-Jones (eds). Wiley New York. 320 pp
- QUIRÓS, M. & B.R. HOWELL 1993. Size variation in culture sole, *Solea solea* (L.). En : From discovery to commercialization. Abstracts. *World Aquaculture* 93. Page 441. Carrillo M., Dahle L., Morales J., Sorgeloos P., Svennevig N., Wyban J., (Compilers).. European Aquaculture Society, Special Publication Nº 19. Oostende, Belgium. 632pp
- SERNAPESCA. 1999. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Valparaíso, Chile. 291 pp
- SILVA, A. & H. FLORES. 1994. Observations on the growth of the Chilean flounder (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1867) in captivity. En : *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 323-332. Lavens P and R.A.M. Remmerswaal (Eds).. European Aquaculture Society, Special Publication Nº 22, Gent, Belgium. 358 pp
- SILVA, A., & A. VELEZ 1998. Development and challenges of turbot and flounder aquaculture in Chile. *World Aquaculture*. 29 (4): 48 - 51.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed , Freeman and Company , San Francisco, California. 887 pp
- SYMONS, P.E.K 1967. Increase in aggression and in strength of the social hierarchy among juvenile Atlantic salmon deprived of food. *J. Fish. Res. Board Can.*, 25(11):2387-2401
- TARIFEÑO, E., J. CHONG, L. TRONCOSO, P. GONZALEZ & J. CASTRO 1996. The flatfishes, *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) and *Paralichthys adspersus* (Steindachner 1867), potencial species for intensive fish culture in Chile. En: *Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceeding of a workshop on fish and mollusc*. Pages 89-95. G. Gajardo & P. Coutteau (Eds).. Impresora Creces, Santiago, Chile. 222 pp.