

Research Article

Inversión ocular en *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) lenguado de ojos chicos (Pleuronectiformes, Paralichthyidae): un caso del ambiente y un análisis en ejemplares cultivados

Héctor Flores¹ & Paula Martínez²

¹Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281, Coquimbo, Chile

²Corporación Nacional Forestal, Región de Coquimbo, Regimiento Arica 901, Coquimbo

RESUMEN. En diversas especies de Pleuronectiformes se han registrado casos de inversión ocular, fenómeno, en que el individuo reposa en el fondo por el lado contrario al habitual y/o normal. La proporción en que se presenta esta condición es variable y depende de las especies que se analicen. En el género *Paralichthys* se ha reportado inversión ocular en cuatro especies: *P. albigutta*, *P. orbignyanus*, *P. californicus* y *P. dentatus*. En el presente trabajo, se informa la captura de un ejemplar silvestre de *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867), con inversión ocular, capturado en Caldera (Chile). También, se han reportado individuos invertidos de esta especie provenientes de un cultivo, a partir de reproductores que fueron capturados en Bahía Coquimbo. En ejemplares diestros y siniestros proveniente de cultivo, se efectuó comparación de relaciones morfométricas. La proporción de peces con inversión ocular y que provienen de un cultivo, representa 2,2% de la población de peces producidos. Se discute la frecuencia de este tipo de anomalías y las probables causas que las estarían produciendo.

Palabras clave: migración ojos, anomalía ocular, desarrollo temprano, acuicultura, Coquimbo, Chile.

Ocular reversal in *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) small eyes flounder (Pleuronectiformes, Paralichthyidae): a case from the environment and analysis of cultured specimens

ABSTRACT. In several species of Pleuronectiformes have been cases of ocular reversal, a phenomenon in which the individual lies at the bottom on the opposite side than usual and / or normal. The rate at which this condition occurs is variable and depends on the species analyzed. In the genus *Paralichthys* reversal has been reported in four species: *P. albigutta*, *P. orbignyanus*, *P. californicus* y *P. dentatus*. This paper reports a case of reversal in *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) caught in Caldera (Chile). On the other hand is reported for this species reversed individuals from a crop, from broodstock who were captured in Bahía Coquimbo. In right and left specimens from a crop, a comparison was made of morphometric relationships. The proportion of fish with ocular reversal coming from a culture, accounting 2.2% of the population fishes produced. We discuss the frequency of such anomalies and the probable causes that would produce

Keywords: eye-migration, ocular abnormalities, early development, aquaculture, Coquimbo, Chile.

Corresponding author: Héctor Flores G. (hflores@ucn.cl)

INTRODUCCIÓN

En Pleuronectiformes, es común que los individuos reposen sobre el fondo posados sobre el lado ciego de su cuerpo. En estos peces existen formas siniestras donde en sus etapas iniciales de vida, el ojo derecho

migra hacia el lado izquierdo y formas diestras, en que el ojo izquierdo migra hacia el lado derecho (Ahlstrom *et al.*, 1984). Sin embargo, este patrón a veces se altera y ocurre la migración del ojo al lado opuesto del habitual, fenómeno conocido como inversión, produciéndose un cambio en el giro de los ojos y la

pigmentación; en algunas especies, los ojos migran indistintamente hacia la derecha o izquierda de la cabeza (Guibord & Chapleau, 1999).

La inversión como carácter tiene un limitado valor filogenético (Hensley & Ahlstrom, 1984; Chapleau, 1993). Sin embargo, es importante que los casos de inversión sean informados para evitar errores de identificación (Guibord & Chapleau, 1999), tal como ha sucedido con algunas especies de Pleuronectiformes.

El fenómeno de inversión ha sido reportado en diferentes especies y no se restringe a una familia en particular. En una especie el número de individuos que experimenta inversión es variable. Hay especies en que los ejemplares reportados con inversión ocular es bajo, mientras que en otras especies este porcentaje es mayor, reconociéndose una migración ambidireccional de los ojos, situación que es conocida en todas las especies pertenecientes a Psettodidae, que corresponde al clado más plesiomórfico del orden (Chapleau, 1993). Respecto a la situación de especies en que se ha registrado ejemplares con inversión ocular, se hace a continuación un detalle de esta situación para cada una de las familias.

Psettodidae considerado el más primitivo de los taxa de Pleuronectiformes, sus especies son siniestras o diestras (Norman, 1934; Chapleau, 1993).

En Soleidae las especies son diestras, pero se ha reportado solo un caso de inversión en *Microchirus variegatus* (Bello, 1996); algo semejante ocurre en Cynoglossidae cuyas especies son siniestras, donde las formas diestras son raras y ocurren en *Symphurus vanmelleae*, *S. diomedianus*, *S. atricauda* y *S. plagiusa* (Moe, 1968; Dahlberg, 1970; Telders, 1981; Munroe, 1996). En Achiridae sus especies son diestras, reportándose once casos de inversión en *Trinectes maculatus*, para un universo cercano a 20.000 peces muestreados (Moore & Posey, 1972).

En Pleuronectidae las especies casi siempre son diestras (Nelson, 2006), sin embargo, hay algunas en que se ha reportado los primeros registros de inversión, como ocurre en *Hippoglossoides dubius*, *Kareius bicoloratus*, *Limanda limanda*, *L. yokohamae*, *Microstomus achne*, *M. pacificus*, *Cleisthenes pinetorum*, *Glyptocephalus stelleri*, *G. zachirus* y *Poecilopsetta plinthus* (Gudger & Firth, 1937; Follet *et al.*, 1960; Amaoka, 1964; Okiyama & Tomi, 1970; Fugita, 1980; Kamei, 1983; Bruno & Frazer, 1988; Ivankov *et al.*, 2008; Goto, 2009). En *Pleuronectes platessa* e *Hippoglossus hippoglossus* ocasionalmente se encuentran individuos siniestros (Norman, 1934; Gudger, 1935; Gudger & Firth, 1937), mientras que en *Platichthys stellatus*, es más frecuente la ocurrencia de

individuos con inversión ocular (Norman, 1934; Policanski, 1982a), existiendo en esta especie polimorfia con variación clinal, con un 50% de ejemplares siniestros en California, llegando a un 100% en Japón (Bergstrom, 2007; Bergstrom & Palmer, 2007), una situación semejante se encuentra en la especie europea de *P. flesus* (Fornbacke *et al.*, 2002).

En Paralichthyidae la mayoría de las especies son siniestras (Nelson, 2006). Hay registros de inversión ocular con proporciones variables, como en *Citharichthys arcifrons*, *C. spilopterus*, *C. macrops*, *Etropus crossotus*, *Pseudorhombus elevatus* y *Tephrinectes sinensis*, donde solo hay reportes aislados de inversión ocular (Wilkens & Lewis, 1971; Taylor *et al.*, 1973; Castillo-Rivera & Kobelkowsky, 1992; Hoshino & Amaoka, 1998; Guibord & Chapleau, 1999; Hoshino & Munroe, 2004; Da Silva *et al.*, 2007). En *Xystreureys liolepis*, los peces pueden ser siniestros o diestros (Jordan & Evermann, 1898) y en algunas especies de *Hippoglossina* se ha reportado inversión ocular (Norman, 1934). En el género *Paralichthys* se presenta una mayor variabilidad en la proporción de individuos con inversión ocular. Por ejemplo, White (1962) reporta la captura de una postlarva de *P. albigutta* con inversión ocular y Díaz de Astarloa (1997) informa por primera vez, un caso de inversión ocular en *P. orbignyanus* en el Atlántico sur. En *P. dentatus*, se registran dos casos de individuos diestros extraídos del medio natural (Gudger, 1936; Deubler & Fahy, 1958), mientras que en *P. californicus*, se encontró que la condición diestra se puede presentar en 37 a 40% de la población (Norman, 1934; Ginsburg, 1952; Kramer *et al.*, 1995), incluso en *P. olivaceus* se han seleccionado líneas invertidas (Hashimoto *et al.*, 2002).

Las razones que explicarían esta anomalías corresponde a: cambios drásticos del ambiente, hibridación, competencia interespecífica, selección y grado de especialización del grupo (Norman, 1934; Gatner, 1986; Munroe, 1996; Fornbacke *et al.*, 2002; Bergstrom, 2007).

En las ocasiones en que se han cultivado especies de Pleuronectiformes aparecen individuos con inversión ocular, con un frecuencia superior a los registrados en el ambiente como es el caso de *Achirus lineatus*, Achiridae (Houde, 1973) y en *Paralichthys dentatus* y *P. orbignyanus*, Paralichthyidae (Bisbal & Bengston, 1993; López *et al.*, 2009).

Paralichthys adspersus (Steindachner, 1867) es una especie de importancia comercial, que se distribuye desde Ecuador hasta Aysén y archipiélago de Juan Fernández en Chile (Chirichigno, 1974; Nakamura *et al.*, 1986; Béarez, 1996;). Esta especie es

capturada preferentemente por pescadores artesanales, con redes de arrastre, de cortina, espinel y línea de mano. Ha sido objeto de estudios relacionados con su desarrollo embrionario y larval, crecimiento, aspectos ecológicos, fisiológicos, genéticos, enfermedades y definido un protocolo base de cultivo (Silva, 2010). En ninguno de estos estudios, se ha reportado casos de inversión ocular en esta especie.

Este trabajo reporta el primer registro de la captura de un ejemplar de *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) con inversión ocular en el medio ambiente y también de individuos con inversión ocular provenientes de un cultivo experimental, cuyas formas diestras y siniestras fueron comparadas morfométricamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ejemplar con inversión ocular fue capturado en enero de 1996, por pescadores artesanales cerca de la costa a una profundidad aproximada de 25 m, en la localidad de Caldera, Región de Atacama (27°04'S, 70°51'W); de captura se efectuó con una red de monofilamento. Los captos autorizaron, antes de ser comercializado el pez, sacar una fotografía y el registro de su longitud total (Lt), estándar (Le), cabeza (Lc) y maxila (Lm), altura máxima (Am) y pedúnculo caudal (Apc).

En el laboratorio de Cultivo de Peces de la Universidad Católica del Norte, en el marco del programa Cultivo del Lengüado Chileno, se registró la presencia de individuos con inversión ocular, que se mantuvieron por 570 días de cultivo, provenientes de una misma cohorte. Se registró su longitud total (Lt), longitud estándar (Le), longitud de la cabeza (Lc), longitud de la maxila (Lm), altura pedúnculo caudal (Apc), longitud de aleta pectoral (Lpec), espacio interorbital (Eio) y peso total (Pt).

Las curvas potenciales de la relación Lt/Pt para lenguados normales y con inversión ocular, se compararon con un análisis de covarianza (ANCOVA; Zar, 1999); para evaluar la significancia estadística del exponente isométrico (b), éste se analizó con la función propuesta por Pauly (1984):

$$t = \frac{DS(x)}{DS(y)} \frac{|b_i - 3|}{\sqrt{1 - r^2}} * \sqrt[2]{n_i - 2}$$

donde t es el estadístico t-student; DS (x) e (y) corresponden a la desviación estándar del logaritmo de la Lt y del Pt para cada grupo de lenguados; n_i es el número de peces muestreados; b_i es el valor ajustado

de b y r^2 es el ajuste potencial del coeficiente de determinación.

Con los registros de la caracterización morfo-métrica se establecieron regresiones para los grupos de lenguados normales y con inversión ocular, que fueron comparadas con un análisis de covarianza (ANCOVA; Zar, 1999). Los análisis estadísticos se efectuaron en una planilla Excel, a un nivel de significación de $\alpha \leq 0,05$.

RESULTADOS

El espécimen con inversión ocular proveniente del ambiente midió 52,6 cm de longitud total, su forma corporal, coloración y tonalidad fue semejante a los ejemplares normales, ambos ojos estaban en el lado derecho y su lado izquierdo es de tonalidad blanca (Fig. 1a). Las principales medidas se indican en la Tabla 1. No se observaron diferencias morfológicas entre el ejemplar con inversión ocular y los peces normales.

Se analizaron 693 juveniles de *P. adspersus* provenientes de un cultivo experimental. Se registró un total de 15 ejemplares diestros (Fig. 1b), que corresponden aproximadamente al 2,2% de la población. La distribución de tallas entre el grupo de peces fue de 175-285 mm y de 180-270 mm (Fig. 2).

La morfología externa y su pigmentación corporal, tanto en lado oculado como en el ciego no mostró diferencias entre individuos normales y con inversión ocular, al igual que los rangos de sus principales medidas corporales (Tabla 2).

La relación Lt-Pt para individuos normales y con inversión ocular (Fig. 3) indicó que las pendientes para los grupos de peces normales y con inversión ocular difieren de 3 ($t = 2,732$ y $t = 3,089$ respectivamente; $P < 0,05$), lo que confirma un crecimiento alométrico positivo en ambos grupos de peces.

Las relaciones morfométricas entre los grupos de lenguados normales y con inversión ocular (Fig. 4; Tabla 3), no mostraron diferencias estadísticas (ANCOVA; Tabla 3) entre ambos grupos. En el caso de las relaciones Lc-Eio y Lc-Lm, que pareciera haber diferencia entre las regresiones, ésta no existe, debido a que todos los datos de ambos grupos analizados se sobreponen. Para la relación Lt-Aplc (Fig. 5), cuando se analizan todos los datos no hay diferencias entre ambos grupos, sin embargo al excluir del análisis los ejemplares más pequeños, la diferencia estadística se manifiesta (Tabla 3).

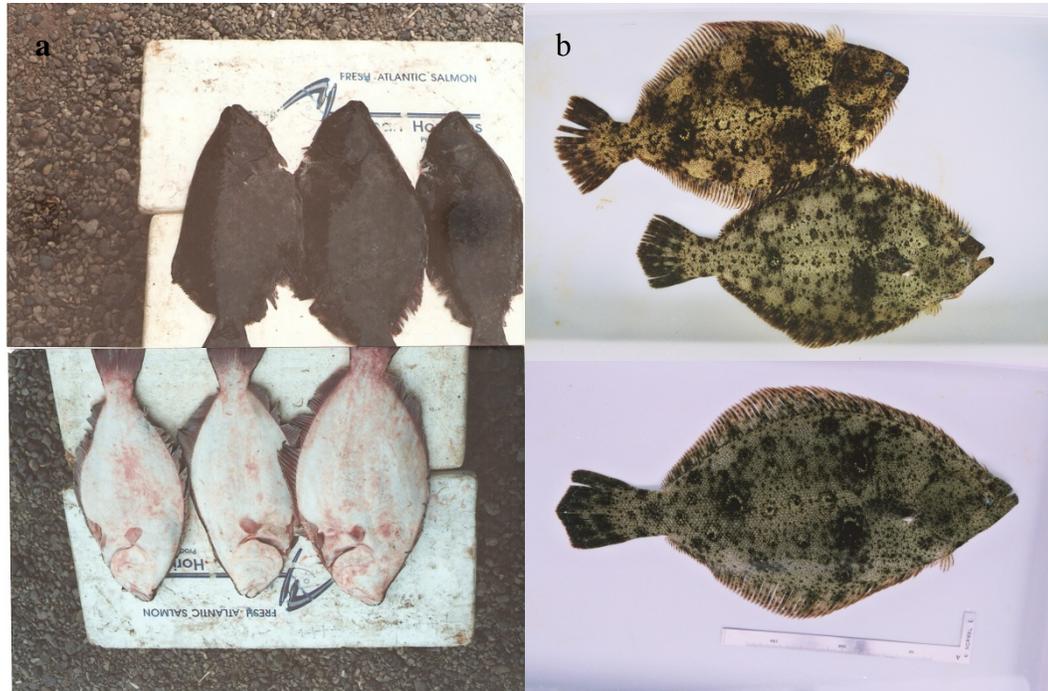


Figura 1. *Paralichthys adspersus* peces normales y con inversión ocular. a) Individuos capturados por pescadores artesanales en Caldera, Chile; arriba: el pez invertido se ubica a la izquierda; abajo: el pez invertido se ubica en el centro y b) Ejemplares cultivados en laboratorio: arriba: superior normal e inferior invertido; abajo: ejemplar invertido.

Tabla 1. Medidas morfométricas de un pez con inversión ocular de *Paralichthys adspersus*, capturado del medio natural en la localidad de Caldera, Chile.

Dimensión	cm
Longitud total (Lt)	52,6
Longitud estandar (Le)	46,5
Longitud cabeza (Lc)	11,8
Longitud maxila (Lm)	5,6
Altura máxima (Am)	22,2
Altura pedúnculo caudal (Apc)	5,6

DISCUSIÓN

En Pleuronectiformes se ha registrado una serie de anomalías morfológicas, entre ellas, ambicoloración, rotación incompleta de los ojos, abertura dorsal por migración del ojo e inversión corporal (Norman, 1934). La frecuencia de estas anomalías, sugiere que estas diferencias estarían relacionadas con el grado de especialización del grupo taxonómico en estudio (Dawson, 1962; Haaker & Lane, 1973; Telders, 1981), siendo más frecuentes en las familias menos especializadas, como Paralichthyidae y Pleuro-

nectidae y menos frecuentemente en las familias derivadas como Soleidae y Cynoglossidae (Amaoka, 1964; Gartner, 1986; Munroe, 1996).

La pigmentación en ambos lados del cuerpo, los casos de inversión y los registros de hibridación intergenérica, corresponden a claras manifestaciones de atavismo en el grupo y revelan su origen reciente a partir de ancestros Perciformes relacionados estrechamente con Percoidea (Ivanov *et al.*, 2008).

Gartner (1986) propone una hipótesis ecológica en que las especies de peces planos que habitan aguas templadas y poco profundas, están sujetas a grandes fluctuaciones de intensidad lumínica y temperatura, condiciones que estarían induciendo a anomalías durante su desarrollo larval. Si bien, algunas anomalías pueden estar relacionadas con factores ambientales como el hábitat, especialmente durante la metamorfosis, en el primer año de vida o las condiciones durante su crianza (Gartner, 1986; Aritaki *et al.*, 1996; Aritaki & Seikai, 2004), variables que influyen de manera importante en la aparición de anomalías, principalmente en los casos de pigmentación.

Norman (1934) postula que las alteraciones en el patrón de pigmentación y morfología corporal, también pueden ser causadas por la hibridación

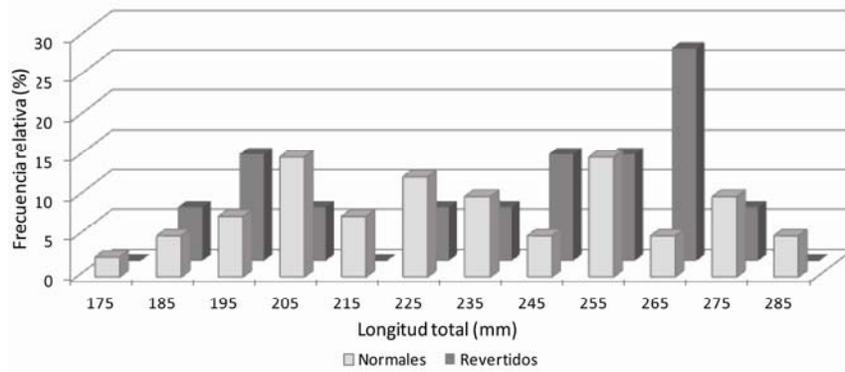


Figura 2. Frecuencia relativa (%) por clase de talla en morfotipos normales y con inversión ocular en *Paralichthys adspersus*, cultivados experimentalmente.

Tabla 2. Caracterización morfométrica de peces normales y con inversión ocular de *Paralichthys adspersus* provenientes de un cultivo experimental (longitudes en mm y peso en g).

Carácter	Normales (n = 40)			Con inversión ocular (n = 15)		
	Rango	Media	D.S.	Rango	Media	D.S.
Longitud total (Lt)	175,0 - 285,0	230	30,8	180,0 - 270,0	236	30,1
Longitud estándar (Le)	145,0 - 245,0	192,5	29,2	150,0 - 230,0	197,3	28
Altura máxima del cuerpo (Am)	74,1 - 120,7	97,5	13	80,2 - 114,4	99,5	12,4
Longitud cabeza (Lc)	37,8 - 64,4	50,2	7	37,7 - 59,6	51,6	6,6
Longitud maxila (Lm)	15,5 - 26,7	21	3,1	14,9 - 25,4	21,9	3
Altura pedúnculo caudal (Apc)	14,2 - 28,2	21,9	3,6	16,7 - 26,5	22,4	3,4
Longitud aleta pectoral lado ciego (Laplc)	15,5 - 36,3	27,1	4,6	17,6 - 32,1	26,6	3,8
Espacio interorbitario (Eio)	1,4 - 5,2	3,6	0,9	2,0 - 4,8	3,4	1
Peso total (Pt)	69,7 - 341,7	178,2	74,1	73,2 - 268,5	186,7	68,6

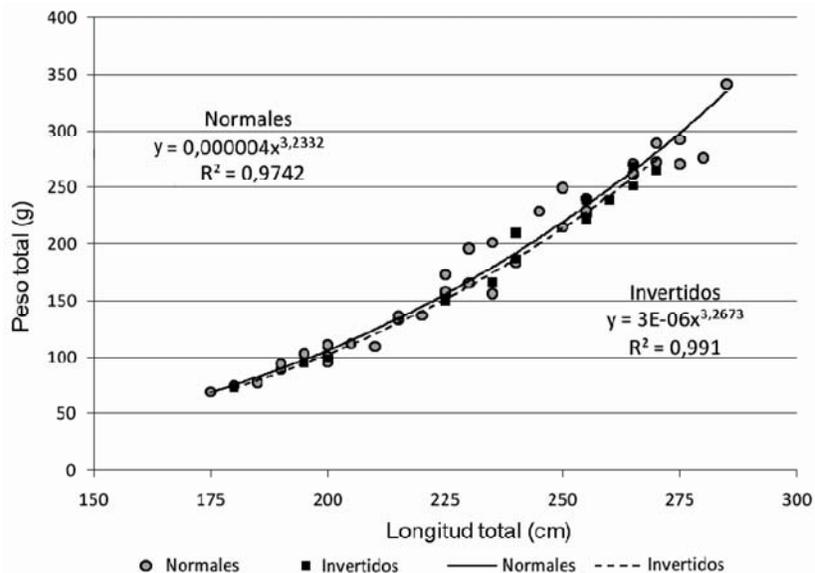


Figura 3. Relación longitud total–peso total en juveniles de *Paralichthys adspersus*, con ojos en posición normal (sinistra) y con inversión ocular (diestra). Cada marca representa un pez.

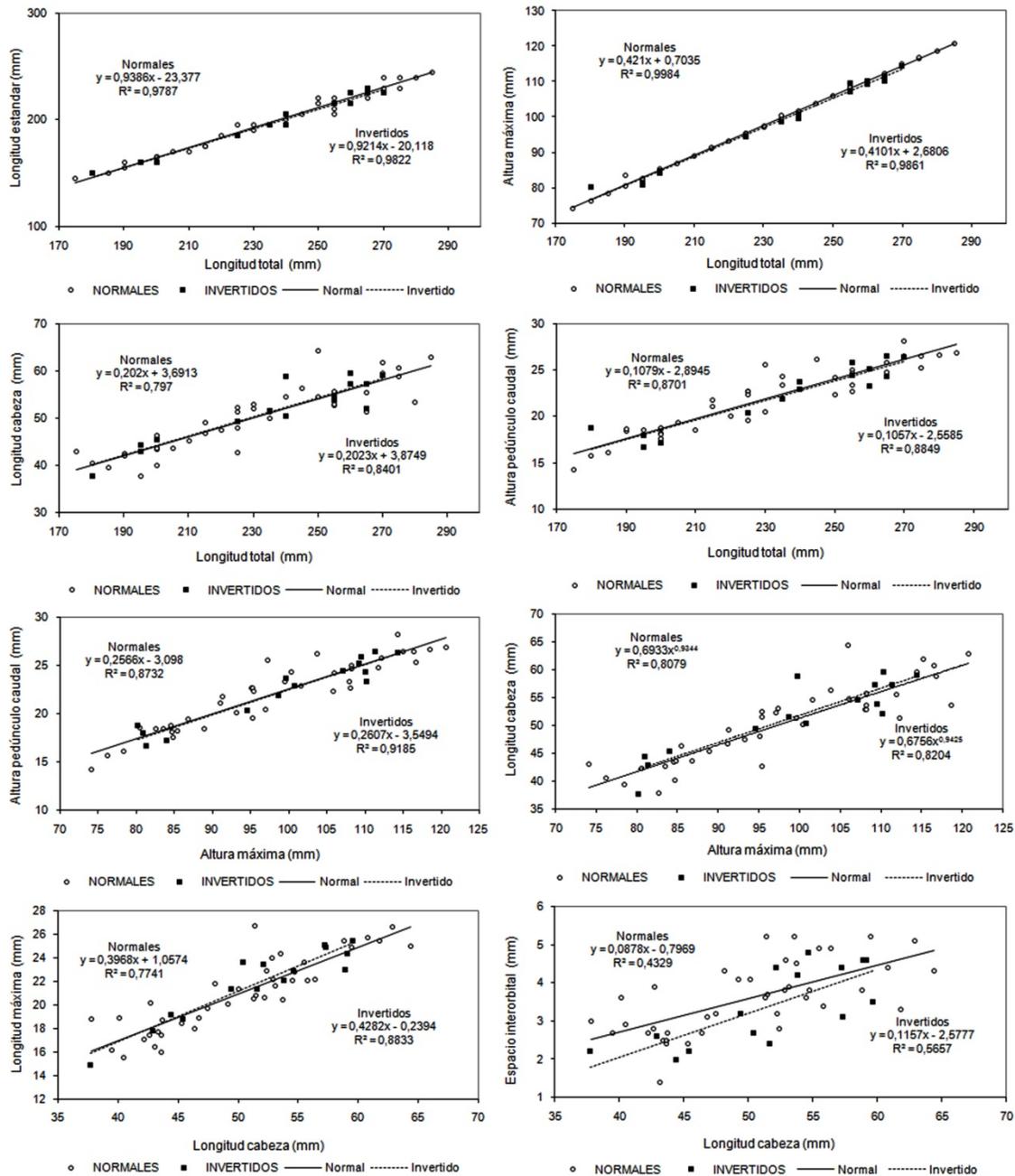


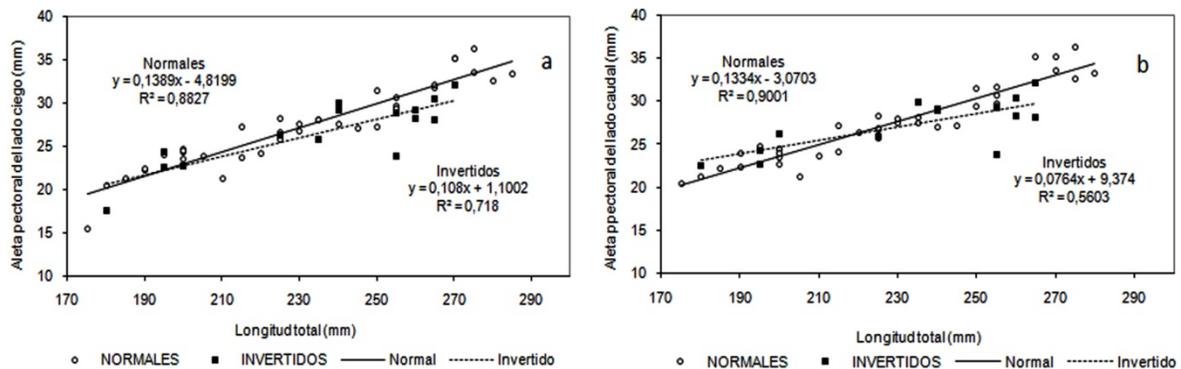
Figura 4. Relaciones morfométricas para peces normales y con inversión ocular de *Paralichthys adspersus* cultivados experimentalmente.

interespecífica e intergenérica, ampliamente distribuida entre los peces planos, de amplio conocimiento en el orden (Hubbs, 1955; Fujio, 1977; Garret, 2005; Garret & Pietsch, 2007; Ivankov *et al.*, 2008), que se verían favorecidas por débiles aislamientos reproductivo y/o ecológico, donde las especies tendrían superpuestas las épocas de desove en un mismo nicho.

En el caso particular de la inversión ocular, en una misma especie, se registran variaciones clinales, como es el caso de *Platichthys stellatus*, cuyo cambio gradual es consecuencia de la selección natural (Policansky, 1982b; Fornbacke *et al.*, 2002). Allí, la segregación ecológica y la divergencia de adaptación, impulsada por la competencia, son posibles meca-

Tabla 3. Relaciones morfométricas en lenguados normales y con inversión ocular de *Paralichthys adspersus* cultivados experimentalmente.

Relación morfométrica	Análisis de covarianza Ft 0,05 (1),55 = 4,030	
	F calculado	Ho: $\beta_1 = \beta_2$
Longitud total (Lt) - Peso total (Pt)	0,0500	Aceptada
Longitud total (Lt) - Longitud estándar (Le)	0,1570	Aceptada
Longitud total (Lt) - Altura máxima (Am)	1,4060	Aceptada
Longitud total (Lt) - Longitud cabeza (Lc)	0,0010	Aceptada
Longitud total (Lt) - Altura pedúnculo caudal (Apc)	0,0294	Aceptada
Longitud cabeza (Lc) - Espacio interorbitario (Eio)	0,7248	Aceptada
Longitud cabeza (Lc) - Longitud maxila (Lm)	0,2294	Aceptada
Altura maxima (Am) - Altura pedúnculo caudal (Apc)	0,0190	Aceptada
Longitud total (Lt) - Longitud aleta pectoral lado ciego (Lapl)	3,0010	Aceptada
Longitud total (Lt) - Longitud aleta pectoral lado ciego (Lapl) excluyendo los dos ejemplares más pequeños	5,4520	Rechazada

**Figura 5.** Relación morfométrica entre la longitud total (Lt) y la longitud de la aleta pectoral del lado ciego (Aplc) para peces normales y con inversión ocular de *Paralichthys adspersus* cultivados experimentalmente. a) se incluyen todos los datos; b) se excluyen los dos peces más pequeños.

nismos que mantienen la distribución geográfica de las formas diestras y siniestras (Bergstrom, 2007). En *Platichthys flesus*, sin embargo, se postula que la competencia interespecífica entre formas diestras y siniestras con *Pleuronectes platessa*, sería el mecanismo que mantendría las pequeñas proporciones de ejemplares siniestros (Fornbacke *et al.*, 2002). En *P. stellatus* existen diferencias morfológicas, donde los morfos diestros tienen un pedúnculo caudal más amplio, hocicos más cortos y un menor número de branquias que las formas siniestras, que en conjunto con la posición de los ojos, se manifiestan en una conducta de captura de presas entre ambos morfos, que los capacitaría a consumir presas diferentes (Bergstrom, 2007). Estas diferencias son

sutiles, pero sugieren que las formas diestras y siniestras difieren ecológicamente y que estos mecanismos ecológicos pueden mantener estas formas polimórficas (Bergstrom & Palmer, 2007). Esta postura se contrapone con lo que ocurre en *Xystreurus liolepis*, donde morfos diestros y siniestros no muestran diferencias en la cinemática de captura de presas (Gibb, 1996), situación que podría estar influenciada por el cautiverio y el tipo de alimento.

La inversión ocular sería un fenómeno con base genética, que se comprueba para *Platichthys stellatus*, donde existe herencia moderada (Policansky, 1982a; Boklage, 1984; Bergstrom & Palmer, 2007). En el caso de *Paralichthys olivaceus*, la migración del ojo es controlada por el locus *rev* (Hashimoto *et al.*, 2002).

El porcentaje de individuos con inversión ocular proveniente de una misma cohorte, así como el registro de sólo un ejemplar capturado del medio natural, indica que la condición diestra en *Paralichthys adspersus*, es poco común, tal como ocurre en otras especies de *Paralichthys* como son *P. albigutta*, *P. orbignyanus* y *P. dentatus* (Gudger, 1936; Deubler & Fahy, 1958; White, 1962; Díaz de Astarloa, 1997). Una situación diferente ocurre en *P. californicus*, donde existe una mayor frecuencia de individuos con inversión ocular, que puede llegar hasta 40% (Ginsburg, 1952; Haaker & Lane, 1973; Kramer *et al.*, 1995).

Las bajas frecuencias de especímenes con inversión ocular en el medio natural se deberían a que tendrían una tasa de mortalidad más alta (Gudger, 1935), situación que está claramente documentada para *Platichthys flesus* (Fornabacke *et al.*, 2002).

La acuicultura de Pleuronectiformes está desarrollada para distintas especies. En estos cultivos, se registra una frecuencia considerable de individuos con inversión ocular, superior a la que se registra en el ambiente. Es así como en *Achirus lineatus* el 3,2% de los juveniles presenta inversión ocular (Houde, 1971); en *Paralichthys dentatus* el 4,4% (Bisbal & Bengston, 1993), en *P. lethostigma*, entre el 0,5 y 10% (Benetti *et al.*, 2001) y en *P. orbignyanus* 13,2% (López *et al.*, 2009).

La proporción de ejemplares con inversión ocular cambia dependiendo del tiempo en que se hace su determinación; cuando ocurre la metamorfosis, el porcentaje de individuos con inversión ocular es mayor. En el caso de *P. adspersus*, en la etapa de metamorfosis la talla es de 15 a 20 mm (Silva & Oliva, 2010), los peces con inversión ocular son aproximadamente un 5%. Posteriormente, cuando el grupo en cultivo alcanza el rango de 180 a 270 mm, los peces con inversión ocular son 2,2%. Esta situación lleva a preguntarse ¿por qué cambia esta proporción entre lenguados diestros y siniestros en un cultivo? En el medio natural, se entiende la existencia de la acción de variables ambientales y de mecanismos de competencia, ¿será que en un cultivo también están presentes? Ello, daría como resultado que los ejemplares siniestros tienen mayor posibilidad de éxito.

La forma en cómo crecen los peces es isométrica ($b = 3$; sin cambiar la forma) o alométrica ($b \neq 3$; cambian las proporciones), donde b puede ser menor o mayor de 3, de acuerdo a si los peces se vuelven relativamente más delgados o aumentan más en biomasa respectivamente (Wootton, 1992). En situaciones de crecimiento isométrico, el parámetro a (intercepto) puede ser considerado como un indicador

de buena condición fisiológica de la población, de acuerdo a las condiciones de un ambiente determinado, y si el crecimiento es alométrico, no se puede hacer la misma interpretación ambiental ni fisiológica (Pauly, 1984). En el caso de *P. adspersus* tanto para los peces normales como para los con inversión ocular, el crecimiento es alométrico positivo, no existiendo diferencias en el crecimiento ni en las proporciones morfométricas entre los ejemplares con inversión ocular y los normales.

En un cultivo de Pleuronectiformes, todos los peces se mantienen bajo las mismas condiciones ambientales y aún así, se presenta una proporción de individuos con inversión ocular que va disminuyendo en el transcurso del cultivo, situación que sugiere que esta condición, que tiene una influencia genética, se ve afectada por variables ambientales o una probable presión de selección al interior del tanque de cultivo, donde los individuos con inversión ocular son afectados al interior de la población de peces

La inversión ocular en Pleuronectiformes se expresa en mayor proporción en algunas familias y especies. En especies cultivables, la proporción de individuos con inversión ocular es mayor a los registros de los mismos individuos provenientes del ambiente. Esta diferencia es producto del proceso de selección ambiental a que son sometidos los ejemplares con inversión ocular, siendo necesario estudiar más profundamente, aspectos morfológicos (esplacnocráneo y aparato branquial) y conductuales.

REFERENCIAS

- Ahlstrom, E.H., K. Amaoka, D.A. Hensley, H.G. Moser & B.Y. Sumida. 1984. Pleuronectiformes: development. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall Jr. & S.L. Richardson (eds.). Ontogeny and systematics of fishes. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. 1: 640-670.
- Amaoka, K. 1964. First record of sinistrality in *Poecilopsetta plinthus* (Jordan & Starks), a pleuronectid fish of Japan. B. Misaki Mar. Biol. Inst., 7: 9-17.
- Aritaki, M. & T. Seikai. 2004. Temperature effects on early development and occurrence of metamorphosis-related morphological abnormalities in hatchery-reared brown sole *Pseudopleuronectes herzensteini*. Aquaculture, 240(1-4): 517-530.
- Aritaki, M., T. Seikai & M. Kobayashi. 1996. Reduction of morphological abnormalities brown sole by larval rearing with higher temperature and early feeding of *Artemia nauplii*. Nippon Suisan Gakk, 62: 857-864.

- Béarez, P. 1996. Lista de los peces marinos del Ecuador continental. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2): 731-741.
- Bello, G. 1996. First record of reversal in a thinback sole *Microchinus variegatus* from the Adriatic Sea. *Mar. Life*, 6(1-2): 51-52.
- Benetti, D., S.W. Grabe, M.W. Feeley, O.M. Stevens, T.M. Powell, A.J. Leingang & K.L. Main. 2001. Development of aquaculture methods for southern flounder, *Paralichthys lethostigma* I. spawning and larval culture. *J. Appl. Aquacult.*, 11(1-2): 113-133.
- Bergstrom, C.A. 2007. Morphological evidence of correlational selection and ecological segregation between dextral and sinistral forms in a polymorphic flatfish, *Platichthys stellatus*. *J. Evol. Biol.*, 20: 1104-1119.
- Bergstrom, C.A. & A.R. Palmer. 2007. Which way to turn? Effect of direction of body asymmetry on turning and prey strike orientation in starry flounder *Platichthys stellatus* (Pallas) (Pleuronectidae). *J. Fish Biol.*, 71: 737-748.
- Bisbal, G.A. & D.A. Bengtson. 1993. Reversed asymmetry in laboratory-reared summer flounder. *Prog. Fish Cult.*, 55: 106-108.
- Boklage, C. 1984. On the inheritance of directional asymmetry (sidedness) in the starry flounder, *Platichthys stellatus*: additional analyses of Policansky's data. *Behav. Brain Sci.*, 7: 725-730.
- Bruno, D.W. & C.O. Fraser. 1988. A case of reversal in the common dab, *Limanda limanda* (L.). *J. Fish Biol.*, 32(3): 483-484.
- Castillo-Rivera, M. & A. Kobelkowsky. 1992. First record of reversal in the flounder *Citharichthys spilopterus* (Bothidae). *Copeia*, 1992(4): 1094-1095.
- Chapleau, F. 1993. Pleuronectiform relationships: a cladistic reassessment. *Bull. Mar. Sci.*, 52(1): 516-540.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar Perú, Callao-Perú*, 44: 387 pp.
- Dahlberg, M. 1970. A completely reversed blackcheek tonguefish, *Symphurus plagiusa*, from Duplin River, Georgia. *Chesapeake Sci.*, 11(4): 260-261.
- Dawson, C.E. 1962. Notes on anomalous American Heterosomata with descriptions of five new records. *Copeia*, 1962(1): 138-146.
- Da Silva, L.C., A.C. De Andrade, M.F. De Andrade-Tubino & M. Vianna. 2007. Reversal and ambicoloration in two flounder species (Paralichthyidae, Pleuronectiformes). *Pan-American J. Aquat. Sci.*, 2(1): 23-26.
- Deubler, E.E. & W.E. Fahy. 1958. A reversed ambicolorate summer flounder, *Paralichthys dentatus*. *Copeia*, 1958(1): 55.
- Díaz de Astarloa, J.M. 1997. A case of reversal in *Paralichthys orbignyanus* a shallow-water flounder from the south-western Atlantic. *J. Fish Biol.*, 50: 900-902.
- Follet, W.I., R.B. McCormick & E.A. Best. 1960. First records of sinistrality in *Microstomus pacificus* (Lockington) and *Glyptocephalus zachirus* Lockington, Pleuronectid fishes of western North America, with meristic data. *Copeia*, 1960(2): 112-119.
- Fornbacke, M., M. Gombrii & A. Lundberg. 2002. Sidedness frequencies in the flounder *Platichthys flesus* (Pleuronectiformes) along a biogeographical cline. *Sarsia*, 87: 392-395.
- Fujio, Y. 1977. Natural hybridization between *Platichthys stellatus* and *Kareius bicoloratus*. *Japan J. Genetics*, 52(2): 117-124.
- Fugita, K. 1980. A reversed ambicolorate flounder, *Kareius bicoloratus*, caught from Tokyo Bay. *Jpn. J. Ichthyol.*, 27(2): 175-178.
- Garret, D. 2005. A new intergeneric hybrid flatfish (Pleuronectiformes: Pleuronectidae) from Puget Sound and adjacent waters. *Copeia*, 2005(3): 673-677.
- Garret, D. & T.W. Pietsch. 2007. The hybrid sole *Inopsetta ischyra* (Teleostei: Pleuronectiformes: Pleuronectidae): Hybrid or biological species? *Trans. Am. Fish. Soc.*, 136: 460-468.
- Gartner, J.V. 1986. Observations on anomalous conditions in some flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes), with a new record of partial albinism. *Environ. Biol. Fish.*, 17(2): 141-152.
- Gibb, A.C. 1996. Kinematics of prey capture in *Xystreureys liolepis*: Do all flatfish feed asymmetrically? *J. Exp. Biol.*, 199: 2269-2283.
- Ginsburg, I. 1952. Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American waters. *Fish. B-NOAA*, 52: 267-351.
- Goto, T. 2009. Reversals in two dextral flounder species, *Microstomus achne* and *Cleisthenes pinetorum* (Pleuronectidae; Teleostei), from Japan. *J. Fish Biol.*, 74: 669-673.
- Gudger, E.W. 1935. Abnormalities in flatfishes (Heterosomata). I. Reversal of sides: a comparative study of the known data. *J. Morphol.*, 58: 1-39.
- Gudger, E.W. 1936. A reversed almost wholly ambicolorate summer flounder, *Paralichthys dentatus*. *Am. Mus. Novitates*, 836: 1-6.

- Gudger, E.W. & F.E. Firth. 1937. Two reversed partially ambicolorate halibuts: *Hippoglossus hippoglossus*. Am. Mus. Novitates, 925: 1-10.
- Guibord, A. & F. Chapleau. 1999. First record of reversal in *Pseudorhombus elevates* (Paralichthyidae). Cybium, 23(2): 205-208.
- Haaker, P.L. & E.D. Lane. 1973. Frequencies of anomalies in a bothid (*Paralichthys californicus*), and a pleuronectid (*Hypsopsetta guttulata*), flatfish. Copeia, 1973(1): 22-25.
- Hashimoto, H., A. Mizuta, N. Okada, T. Suzuki, M. Tagawa, K. Tabata, Y. Yokoyama, M. Sakaguchi, M. Tanaka & H. Toyohara. 2002. Isolation and characterization of a Japanese flounder clonal line, reversed, which exhibits reversal of metamorphic left-right asymmetry. Mech. Develop., 111: 17-24.
- Hensley, D.A. & E.H. Ahlstrom. 1984. Pleuronectiformes: relationships. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall Jr & S.L. Richardson (eds.). Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Public., 1: 670-687.
- Hoshino, K. & K. Amaoka. 1998. Osteology of the flounder, *Tephrinectes sinensis* (Lacépède) (Teleostei: Pleuronectiformes), with comments on the relationships. Ichthyol. Res., 45(1): 69-77.
- Hoshino, K. & T.A. Munroe. 2004. *Neotropus macrops* Hildebrand and Schroeder, 1928: a reversed specimen and a junior synonym of *Citharichthys arctifrons* Goode, 1880 (Teleostei; Pleuronectiformes; Paralichthyidae). Copeia, 2004(3): 583-591.
- Houde, E. 1971. Developmental abnormalities of the flatfish *Achirus lineatus* reared in the laboratory. Fish. Bull., 69(3): 537-544.
- Hubbs, C.L. 1955. Hybridization between fish species in nature. Syst. Zool., 4(1): 1-20.
- Ivankov, V.N., Z.G. Ivankova & K.A. Vinnikov. 2008. Reversal of sides in the blackfin flounder *Glyptocephalus stelleri* and variability of body pigmentation and shape in pleuronectid flatfishes. Russ. J. Mar. Biol., 34(4): 254-257.
- Jordan, D.S. & B.W. Evermann. 1898. The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America north of the Isthmus of Panama. Part III. Bull. U.S. Nat. Mus., 47: 2183-3136.
- Kamei, M. 1983. A reversed marbled sole, *Limanda yokohamae*, found in Tokyo Bay. Bull. Kanag. Prefect. Fisheries Exp. Stat., 5: 41-43.
- Kramer, D.E., W.H. Barss, B.C. Paust & B.E. Bracken. 1995. Guide to northeast pacific flatfishes: families Bothidae, Cynoglossidae, and Pleuronectidae. Mar. Advisory Bull. 47: 1-104.
- López, A.V., M.I. Müller, M. Radonić, G.A. Bambill, J.J. Boccanfuso & F.A. Bianca. 2009. Larval culture technique and quality control in juveniles of flounder *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839) in Argentina. Span. J. Agric. Res., 7(1): 75-82.
- Moe, M. 1968. A reversed, partially ambicolorate tonguesole, *Symphurus diomedianus*, from the Gulf of Mexico. Copeia, 1968(1): 172.
- Moore, C.J. & C.R. Posey. 1972. First records of sinistrality in the hogchoker, *Trinectes maculatus* (Bloch and Schneider) and partial albinism within a reversed American Heterostomate. Chesapeake Sci., 13(4): 324-325.
- Munroe, T.A. 1996. First record of reversal in *Symphurus vanmelleae* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae), a deep-water tonguefish from the tropical eastern Atlantic. Cybium, 20: 47-53.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New Jersey, 601 pp.
- Nakamura, I., T. Inada, M. Takeda & H. Hatanaka. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. Jpn. Mar. Fish. Resour. Res. Center, Tokyo, 369 pp.
- Norman, J.R. 1934. A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata): Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. Brit. Mus., London, 459 pp.
- Okiyama, M. & W. Tomi. 1970. A reversed ambicolorate flathead flounder, *Hippoglossoides dubius* (Schmidt) from the Japan Sea. Jpn. J. Ichthyol., 17(2): 84-85.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for the use with programmable calculators. ICLARM, Stud. Rev., 325 pp.
- Policansky, D. 1982a. Flatfishes and the inheritance of asymmetries. Behav. Brain Sci., 5: 262-265.
- Policansky, D. 1982b. The asymmetry of flounders. Sci. Am., 246: 116-122.
- Silva, A. 2010. Culture of Chilean flounder. In: Practical flatfish culture and stock enhancement (eds.). H.V. Daniels & W.O. Watanabe (eds.). Wiley-Blackwell, Oxford, 2: 30-45.
- Silva A. & M. Oliva. 2010. Revisión sobre aspectos biológicos y de cultivo del lenguado chileno (*Paralichthys adspersus*). Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(3): 377-386.
- Taylor, G., R. Stickney & R. Heard. 1973. Two anomalous flounders (Bothidae, *Etropus crossotus*) from Georgia estuarine waters. Chesapeake Sci., 14(2): 147.
- Telders, E.L. 1981. First record of dextrality in the California tonguefish *Symphurus atricauda*, with a

- second report of ambicoloration. Calif. Fish Game, 67: 65-67.
- White, J. 1962. A reversed ambicolorate postlarval Gulf Flounder, *Paralichthys albigutta*. Copeia, 1962(4): 854.
- Received: 21 October 2011; Accepted: 7 January 2013*
- Wilkins, E.P.H. & R.M. Lewis. 1971. Occurrence of reversal and staining in North Carolina flounders. Chesapeake Sci., 12(2): 115-116.
- Wootton, R.J. 1992. Fish ecology: tertiary level biology. Blackie, London, 212 pp.
- Zar, J. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 663 pp.