

## VARIACIONES EN LA REPRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE LA CABRILLA (*SERRANUS ATRICAUDA*) EN AGUAS DE CANARIAS

El análisis de los parámetros de crecimiento y reproducción de la cabrilla (*Serranus atricauda*) en las islas de Gran Canaria y La Palma deja entrever que existe una importante diferenciación geográfica entre ambos grupos poblacionales. Se observa que los individuos procedentes de La Palma tienen una tasa de crecimiento que duplica la de los de Gran Canaria, pero poseen una mayor mortalidad natural. Además, en La Palma la talla de madurez se alcanza ligeramente antes y existe un significativo desfase temporal en los periodos reproductivos. Estas diferencias deberían servir de base para establecer estrategias de gestión individualizadas en cada unidad geográfica. De hecho, los valores de mortalidad por pesca son mucho más elevados en Gran Canaria.

Ana Teresa Santana Ortega

José Juan Castro Hernández

*The analysis of the growth and reproductive parameters of blacktail comber (Serranus atricauda) in Gran Canaria and La Palma indicates the existence of an important geographical differentiation between both stocks. Fish from La Palma have a growth rate twice faster than that of those from Gran Canaria, but they also have a higher natural mortality rate. Moreover, fish from La Palma reach the length of first maturity slightly earlier and its reproductive season is out of phase in comparison with that of Gran Canaria. In addition, the fishing mortality is higher in Gran Canaria. These differences should be used as a baseline to establish different management strategies for the small-scale fisheries carried out in each island.*

### INTRODUCCIÓN

Los estudios realizados sobre la bio-ecología y pesquería de *Serranus atricauda* (Fig. 1) en Canarias son muy escasos (Pérez-Barroso *et al.*, 1993; García-Díaz *et al.*, 2002; Tuset *et al.*, 2003), a pesar de ser una especie con una relativamente amplia distribución espacial (Smith, 1981). Tampoco existe información sobre los niveles de captura que se realizan de esta especie en cada una de las islas, ni siquiera de cuál es la magnitud de sus variaciones en los últimos años. Sin embargo, algunos datos de capturas de los últimos tres años en el norte de Fuerteventura, tras un cambio de modalidad de pesca, dejan entrever que el esfuerzo de pesca sobre estas especies

se ha incrementado alarmantemente, duplicándose su contribución a la captura total con respecto al año 2000 y cuadruplicando las cifras de 1982 (Barrera *et al.*, 1983); aspecto que, de confirmarse, puede contribuir a acentuar los desequilibrios ecológicos ya existentes en algunas islas (Aguilera-Klink *et al.*, 1994).

La cabrilla es un pez solitario y territorialista (Brito, 1991; González *et al.*, 1994), lo cual permite pensar que sus poblaciones insulares pueden presentar una cierta heterogeneidad debido a la poca tendencia que muestran los individuos adultos al desplazamiento, aunque esta no se refleje a nivel genético (Castro *et al.*, 2002). Sin embargo, el sedentarismo de las

**No existe información sobre los niveles de captura que se realizan de esta especie en cada una de las islas, ni siquiera de cuál es la magnitud de sus variaciones en los últimos años. Sin embargo, algunos datos de capturas de los últimos años dejan entrever que el esfuerzo de pesca sobre estas especies se ha incrementado alarmantemente**



**Figura 1.** Ejemplar de *Serranus atricauda* (foto de P. Castro).

poblaciones ha dado lugar a la presencia de *stocks* insulares (Cuyás *et al.*, 2004) que pueden mostrar parámetros biológicos diferentes de una isla a otra, como consecuencia del efecto que las variables climáticas y oceanográficas a nivel local pueden tener sobre el crecimiento, reproducción y abundancia de las especies (Sundby, 2000; Sirabella *et al.*, 2001; Chambers *et al.*, 2001; Richards *et al.*, 1989; Pepin, 1991; Polovina, 1996).

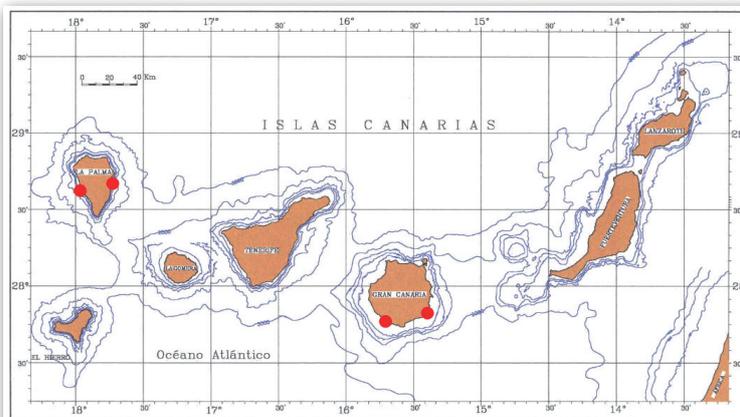
### MEMORIA (MATERIAL Y MÉTODO)

Entre enero de 1999 y diciembre de 2000, con una periodicidad mensual, se muestrearon 1325 ejemplares de *Serranus atricauda* procedentes de las islas de Gran Canaria (puertos de Mogán y Arinaga) y La Palma (puertos de Tazacorte

y Santa Cruz de La Palma) (Fig. 2). De cada ejemplar se tomó la longitud total (LT), longitud furcal (LF), longitud estándar (LS), longitud predorsal (LD), longitud preanal (LA), longitud pre-ventral (LV), longitud pre-pectoral (LP),

longitud cefálica (LC), longitud mandibular (LM), distancia inter-orbital (DO), altura opercular (AO), altura anal (AA), en milímetros (ver Laevastu, 1971). Igualmente, todos los ejemplares fueron pesados en fresco (P) y eviscerados (PE), con una precisión de 0,1 g.

El sexo y el estado de madurez de cada espécimen fue determinado a partir de la observación macroscópica de las gónadas, siguiendo la clasificación propuesta por Holden & Raitt (1974). El índice gonadosomático (IGS) se calculó como  $IGS=100PG/P$  (Anderson & Gutreuter, 1983) y se utilizó para determinar el



**Figura 2.** Mapa del Archipiélago Canario donde se muestran, en rojo, los puntos donde fueron obtenidos los ejemplares de cabrilla (modificado por F. Bordes).

periodo de puesta. La secuencia de la ovogénesis y la identificación microscópica de los diferentes estadios de desarrollo de los ovocitos se realizó atendiendo a la clasificación dada para teleósteos por Yamamoto & Yoshioka (1964), Febrve *et al.* (1975) y Tyler & Sumpter (1996).

Igualmente, a todos los ejemplares analizados se les extrajeron los otolitos para la posterior determinación de la edad (Piñeiro *et al.*, 1996) con ayuda de un microscopio estereoscópico marca Olympus SZ60. La lectura se realizó en el otolito entero y siempre por su cara externa o cóncava, por ser en esta más visibles los anillos de crecimiento. La edad se estableció tras el recuento de los anillos de crecimiento lento y rápido, considerando que cada par de anillos correspondía a un año. Sobre cada otolito se realizaron tres lecturas, teniéndose solo en cuenta aquellas piezas en las que fueron coincidentes al menos dos de ellas.

Una vez fijada la edad de cada ejemplar, estos se agruparon en clases de edad. Posteriormente se elaboraron las claves talla-edad para cada isla de muestreo y se ajustó a dichos datos la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (Beverton & Holt, 1957). La estimación de los parámetros de esta ecuación se realizó mediante un análisis de regresión no lineal iterativo, utilizando el algoritmo de Marquardt. Los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy fueron calculados a través de los métodos de descomposición de las distribuciones de frecuencias de tallas de Bhattacharya (Bhattacharya, 1967) y NORMSEP (Hasselblad, 1966), incluidos en el programa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

(FAO) para la gestión de stocks pesqueros denominado FiSAT, y del análisis de las relaciones talla-edad utilizando el programa ELEFAN contenido también en el FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1988; 2000).

**RESULTADOS**

**1. Rangos de tallas y pesos**

Las cabrillas capturadas en aguas de Gran Canaria presentaron un rango de tallas comprendidas entre 12,0 y 32,3 cm LT, mientras que el peso osciló entre 38,5 y 654,9 g. En cambio, los individuos de La Palma mostraron un rango de tallas ligeramente más amplio (9,6 -35,8 cm LT), pero no así en pesos (9,6 – 472,2 g) (Tabla 1).

La relación talla-peso para los individuos procedentes de la isla de Gran Canaria fue  $Peso = 0,03898(LS^{2,764428})$ , mientras que para los peces capturados en La Palma fue  $Peso = 0,02027(LS^{2,969012})$  (Figs. 3 y 4).

	GRAN CANARIA			LA PALMA		
	X	SD	RANGO	X	SD	RANGO
PESO	124.90	55.73	38.5-654.9	85.18	67.80	9.6-472.2
EVISCERADO	117.85	50.63	37.1-403.1	77.92	61.48	8.7-451.4
TOTAL	21.29	2.69	12.0-32.3	18.56	4.27	9.6-35.8
FURCA	20.74	2.67	14.1-31.8	17.86	4.16	9.3-33.4
ESTANDAR	17.82	2.32	12.1-27.9	15.20	3.62	8.0-29.0
DORSAL	6.14	0.91	4.0-9.8	5.35	1.31	2.9-11.1
PECTORAL	6.36	0.93	4.1-10.7	5.45	1.36	2.2-11.3
VENTRAL	6.04	0.98	3.9-9.7	5.11	1.39	2.5-11.5
ANAL	10.72	1.48	6.9-17.4	9.20	2.28	3.7-18.1
CEFÁLICA	6.31	0.89	4.2-10.3	5.43	1.33	2.2-11.3
MANDÍBULA	3.05	0.42	2.1-5.6	2.67	0.63	1.2-4.8
ALT. OPERCULAR	4.92	0.71	3.3-7.9	4.15	1.11	1.1-8.4
ALT. ANAL	4.33	0.63	3.0-6.7	3.63	0.95	1.8-7.2
INTERORBITAL	0.95	0.19	0.1-1.76	0.79	0.26	0.1-1.8

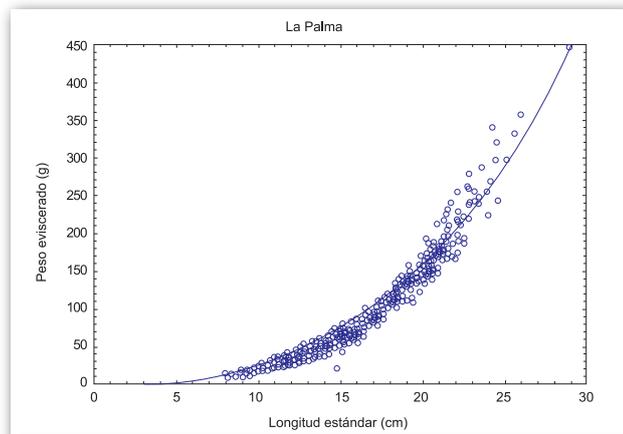
**Tabla 1.** Pesos (g) y medidas corporales (cm) de *Serranus atricauda* capturados en las islas de Gran Canaria y La Palma.

## 2. Parámetros de crecimiento

En la tabla 2 se relacionan los resultados obtenidos a partir del análisis de la descomposición de las distribuciones de frecuencias de tallas para identificar las tallas medias de cada cohorte, con los métodos de Análisis de Progresión Modal de Bhattacharya y NORMSEP.

	GRAN CANARIA	LA PALMA
V.T.E.L.S. (Valor teórico máximo de la longitud estándar; en cm)	29.2	33.0
$L_{\infty}$ (Longitud asíntótica; en cm)	49.9	52.2
K (Constante de crecimiento; año <sup>-1</sup> )	0.1	0.2
C (Amplitud de la oscilación del crecimiento estacional)	0.65	0.95
WP (Punto de invierno)	0.19	0.87
Rn (Índice de ajuste)	0.18	0.15
Z (Mortalidad total; año <sup>-1</sup> )	1.72	2.25
M (Mortalidad natural; año <sup>-1</sup> )	0.29	0.48

**Tabla 2.** Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para la cabrilla, según la isla de procedencia de las muestras, obtenidas a partir de los análisis de Progresión Modal de Battacharya y NORMSEP.

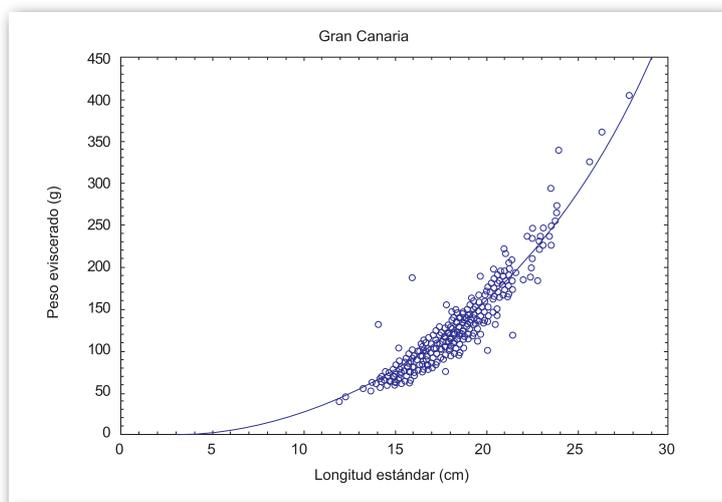


**Figura 4.** Relación talla-peso para individuos de cabrilla capturadas en aguas de La Palma.

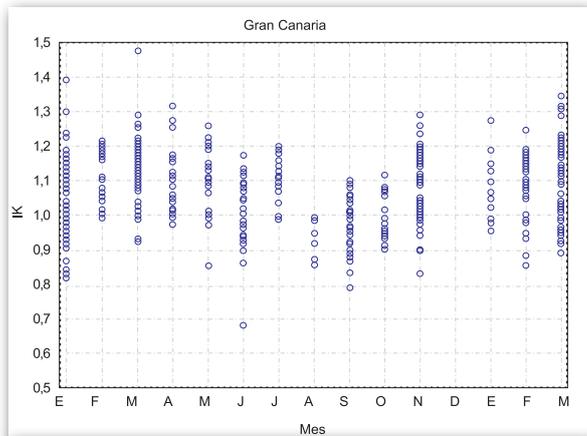
## 3. Parámetros de reproducción

### 3.1. Factor de condición (Ik)

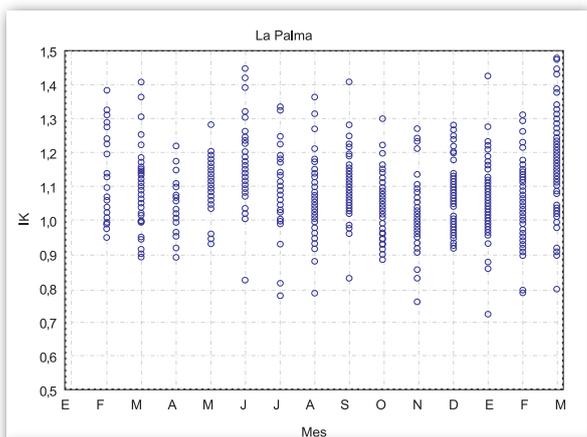
No se aprecian diferencias significativas en los valores del factor de condición en los individuos capturados en las islas de Gran Canaria y La Palma (Mann Whitney test,  $U=169348.0$ ,  $P=0.21$ ). La variación de este factor en el tiempo para los ejemplares de cabrilla capturados en Gran Canaria indica que los peces experimentan una ganancia progresiva en peso desde enero hasta abril, seguida de una pérdida de mayo a octubre, con una recuperación parcial en julio y una nueva recuperación de noviembre a marzo (Fig. 5). Los valores medios más bajos se registraron entre agosto y octubre. Un patrón similar se observa en los ejemplares capturados en La Palma, aunque ligeramente adelantados en el tiempo. En esta isla, el factor de condición aumenta de febrero a marzo, posteriormente descendiendo en abril y se inicia una ligera recuperación a partir de mayo y hasta julio. A partir de agosto, cuando el IK es el más bajo del año, el factor de condición se mantiene por debajo de 1 hasta el mes de febrero, recuperándose seguidamente hasta abril (Fig. 6).



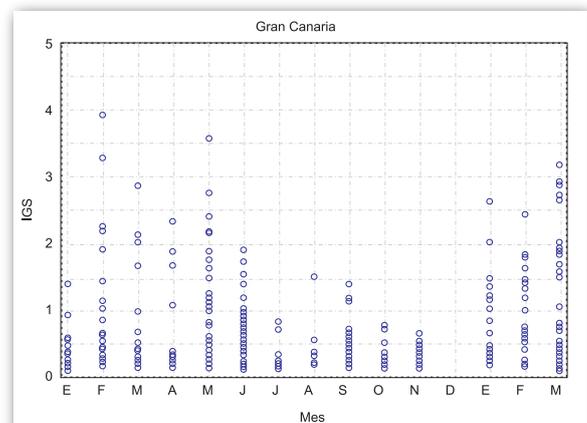
**Figura 3.** Relación talla-peso para individuos de cabrilla capturadas en aguas de Gran Canaria.



**Figura 5.** Variación mensual del índice de condición (IK) para los ejemplares de cabrilla capturados en aguas de Gran Canaria.



**Figura 6.** Variación mensual del índice de condición (IK) para los ejemplares de cabrilla capturados en aguas de La Palma.

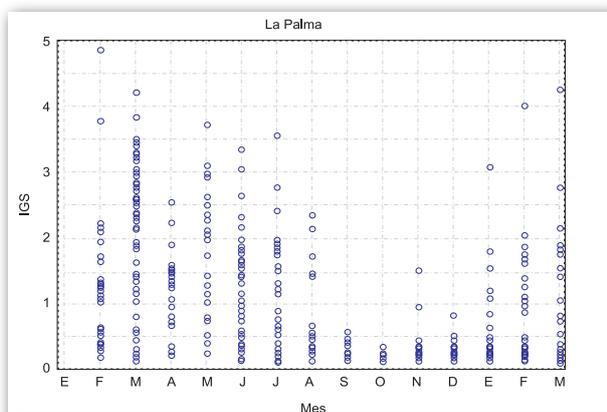


**Figura 7.** Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para los ejemplares de cabrilla capturados en aguas de Gran Canaria.

### 3.2. Índice gonadosomático relativo (IGS)

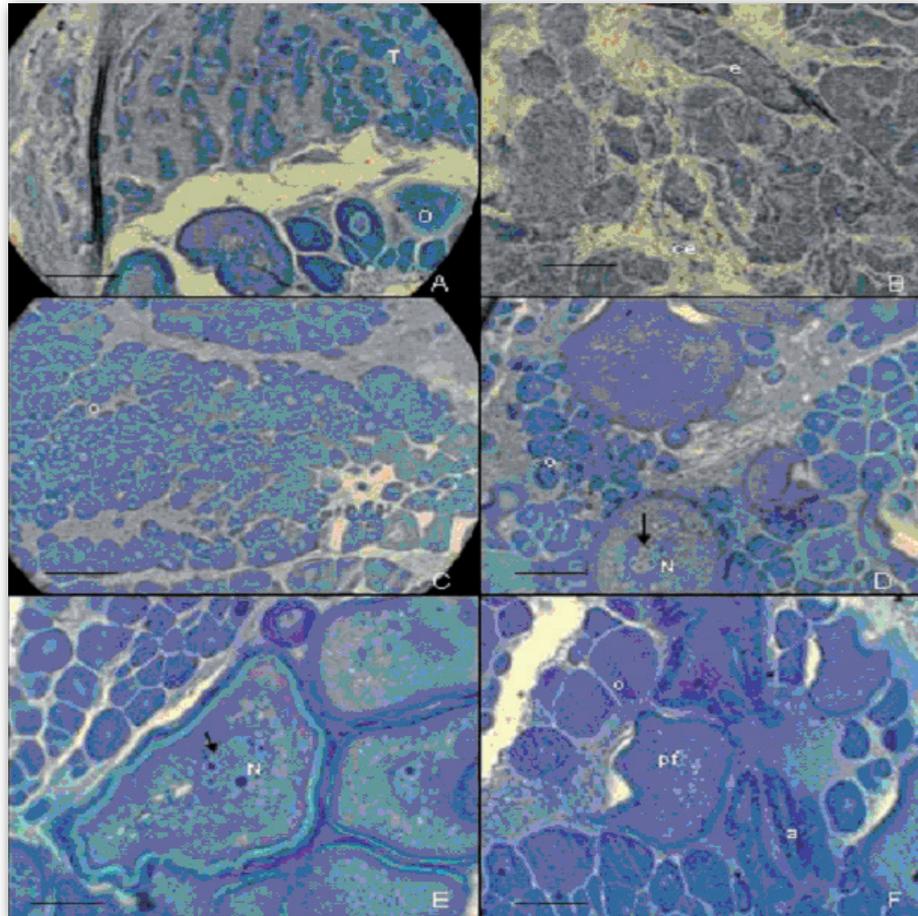
En la isla de Gran Canaria se observa como el IGS aumenta en el mes de febrero y desciende progresivamente hasta el mes de julio, cuando se alcanza un primer mínimo anual, manteniéndose a niveles bajos hasta los meses de noviembre y diciembre. A partir de aquí se experimenta una recuperación en el IGS hasta el mes de marzo del año siguiente, donde se vuelve a repetir el máximo relativo en este índice (Fig. 7).

En La Palma, el IGS muestra una variación temporal de características similares, aunque desplazado en el tiempo (Fig. 8): entre marzo y mayo se aprecia un máximo relativo en el IGS que va seguido de una caída hasta el mes de octubre, cuando se registra el mínimo del año. Posteriormente, se inicia una ligera recuperación, aunque muy escasa hasta diciembre, a partir de la cual se registran los valores más altos del IGS entre enero y abril del siguiente año, con un máximo en febrero. Sin embargo, el desfase temporal observado entre ambas islas es suficiente como para establecer diferencias significativas en los valores de IGS (Frecuencias observadas vs. esperadas, Chi-cuadrado= 761,48;  $P < 0,00001$ ).



**Figura 8.** Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para los ejemplares de cabrilla capturados en aguas de La Palma.

Las diferencias encontradas, especialmente las reproductivas, sirven de base para sustentar la idea de la existencia de *stocks* diferentes en ambas islas, lo cual debería reflejarse en una estrategia de gestión pesquera diferenciada para cada unidad geográfica



**Figura 9.** A. Sección de una gónada intersexual: T tejido masculino, O tejido femenino. Escala= 28  $\mu$ m. B. Detalle del tejido masculino mostrando los conductos espermáticos (ce) y los espermatocitos (e). Escala= 20  $\mu$ m. C. Sección de una gónada perteneciente a un individuo joven. Nótese la única presencia de ovogonias (o) y ovocitos perinucleares. Escala = 20  $\mu$ m. D. Detalle del tejido femenino. Nótese la presencia de ovogonias, ovocitos perinucleares y ovocitos vitelogénicos. N núcleo; flecha nucleolo. Escala= 24  $\mu$ m. E. Detalle de ovocitos vitelogénicos. N núcleo, flecha nucleolo. Escala= 24  $\mu$ m. F. Detalle mostrando ovocitos atrésicos (a) y postfolliculares (pf). Escala= 20  $\mu$ m.

### 3.3. Estudio histológico

El estudio histológico reveló tres detalles: (i) los estadios jóvenes solo exhibieron tejido femenino (ovogonias y ovocitos perinucleares) rodeado de tejido conectivo; (ii) las diferentes secciones de los lóbulos presentaron ovocitos con el mismo grado de desarrollo, con la única excepción de la sección del lóbulo orientada hacia la región anal, la cual estaba también constituida por tejido masculino; (iii) las secciones de las gónadas mostraron, de forma

cualitativa, la misma proporción de ovogonias y ovocitos previtelogénicos que de vitelogénicos.

En las gónadas siempre se distinguen, microscópicamente los dos tipos de tejido: el masculino y el femenino (Fig. 9), lo que indica que son individuos hermafroditas simultáneos (pueden funcionar al mismo tiempo como hembras y como machos) y se contrasta, histológicamente, por la presencia de células germinales masculinas y ovocitos en distintos tipos de desarrollo. La existencia de

gónadas en individuos jóvenes, constituidas por tejido femenino únicamente reafirma la existencia de un hermafroditismo simultáneo (Sadovy & Shapiro, 1987).

Atendiendo a los resultados obtenidos con las gónadas de los peces procedentes de Gran Canaria, se establecieron 5 intervalos de IGS: (i) entre 0-1 está formado por gónadas con ovocitos vitelogénicos de grado II en los estadios iniciales de acumulación de gotas de grasa; (ii) los ovocitos vitelogénicos de estadios posteriores se corresponden con IGS = >1-2; las gónadas correspondientes también presentan, aunque en menor medida, algunos ovocitos postfolículos, así como tejido masculino; (iii) aumentos sucesivos del IGS se corresponden también con un mayor grado de maduración de los ovocitos, encontrándose ovocitos de grado II en intervalos de >3, constatándose también la presencia de tejido masculino.

### 3.4. Fecundidad

El número medio de huevos que contienen las gónadas de las hembras de cabrilla es de 24448,9 (SD=18257,3) en Gran Canaria y 23466,0 (SD=23456,0) en La Palma, aunque no hay diferencias significativas entre ambos grupos (ANOVA  $F=0.34$ ;  $P=0.56$ ). En ambos casos se aprecia que el número de huevos aumenta progresivamente con la talla del pez. Por otra parte, en lo referente a la fecundidad relativa (número de huevos puestos por unidad de peso del animal), prácticamente no aumentaba con la talla y no se observaron diferencias significativas según la isla de procedencia de las muestras (ANOVA  $F=0.45$ ;  $P=0.50$ ).

### 3.5. Talla de primera madurez

La talla de primera madurez calculada para las cabrillas de ambas islas no difiere mucho entre sí, siendo de 17.2 cm LS para Gran Canaria y de 16.7 cm LS para La Palma. Igualmente, se aprecian pocas diferencias en las tallas de madurez masiva, la cual es algo mayor para Gran Canaria (21.8 cm LS) que para La Palma (20.5 cm LS).

### 4. Discusión

El análisis de los parámetros de crecimiento y reproducción de *Serranus atricauda* en las islas de Gran Canaria y La Palma deja entrever que existe una importante diferenciación geográfica entre ambos grupos poblacionales, confirmando los resultados ya expuestos por Cuyás *et al.* (2004), tras el análisis de la fauna parasitológica acompañante de esta especie en ambas islas. Aunque se observa que, tanto en Gran Canaria como en La Palma, los valores de las longitudes asintóticas son similares, rondando los 50 cm de longitud total, en la zona occidental del Archipiélago la constante de crecimiento, aún siendo baja, duplica a la obtenida para Gran Canaria y su estacionalidad es más marcada. El punto de menor crecimiento es también diferente para ambas islas, siendo en el mes de noviembre para La Palma y en febrero para Gran Canaria.

En este sentido, se puede afirmar que la cabrilla es una especie que presenta una gran heterogeneidad entre sus demos interinsulares, posiblemente motivada por su comportamiento territorialista y sedentario (Tortonese, 1984). En el análisis de las características merísticas de la especie (datos del autor no publicados), se observa que existe un proceso

**El análisis de los parámetros de crecimiento y reproducción en las islas de Gran Canaria y La Palma deja entrever que existe una importante diferenciación geográfica entre ambos grupos poblacionales. Aunque se observa que, tanto en Gran Canaria como en La Palma, los valores de las longitudes asintóticas son similares, en esta última isla la constante de crecimiento, aún siendo baja, duplica a la obtenida para Gran Canaria y su estacionalidad es más marcada**

**Existen diferencias claras entre los demos insulares, posiblemente marcadas por las características climáticas de cada isla. Estas diferencias, que superan los 4° C en aguas superficiales, pueden influir significativamente en las tasas metabólicas del animal y mostrar su reflejo en el crecimiento, mortalidad y reproducción. Sin embargo, esto no implica que la separación geográfica deba reflejarse forzadamente en profundas diferencias que determinen un aislamiento genético**

claro de diferenciación con un componente de separación geográfica entre la zona continental y la archipelágica. Esto no implica que esta separación geográfica o aislamiento deba reflejarse forzadamente en profundas diferencias que determinen un significativo aislamiento genético (Castro *et al.*, 2002). Una tasa de migración media de solo un individuo por generación entre las dos poblaciones previene que ambas sean completamente divergentes para alelos selectivamente neutrales en cualquier loci (Leary & Booke, 1990).

En este sentido, el activo afloramiento norteafricano, con clara influencia en todas las islas y especialmente en las orientales (Bas *et al.*, 1995), puede actuar como parte importante de los mecanismos homogeneizadores de la población, particularmente a través de los filamentos de agua que de él se desprenden ocasionalmente (La Violette, 1974; Van Camp & Nykjaer, 1988). Estos filamentos generan intercambios esporádicos de huevos y larvas entre las áreas continentales y las islas más orientales (Rodríguez *et al.*, 1999). Si las condiciones ambientales y bio-ecológicas permiten el asentamiento y la supervivencia de estas larvas en los ecosistemas marinos insulares, se da lugar a un intercambio real de material genético entre ambas áreas y, por tanto, una homogenización genética de las poblaciones de especies con presencia en las mismas. Sin embargo, y a pesar de este flujo entre el continente y las islas, los diferentes requerimientos ambientales de las especies que llegan hasta el Archipiélago han motivado que la ictiofauna insular muestre claras diferencias con las de su entorno oceánico y continental más próximo (Brito *et al.*, 1996).

Sin embargo, y a pesar de esta homogeneidad genética, existen diferencias claras entre los grupos insulares, posiblemente marcadas por las características climáticas de cada isla. Estas diferencias, que superan los 4° C en aguas superficiales, pueden influir significativamente en las tasas metabólicas del animal y mostrar su reflejo en el crecimiento, mortalidad y reproducción. Aunque los periodos de mínimo crecimiento no son muy distantes en el tiempo, sí se observa que los individuos de La Palma tienen una tasa de crecimiento que duplica la de Gran Canaria, pero también una mayor mortalidad natural. Además, en La Palma la talla de madurez se alcanza ligeramente antes y existe un significativo desfase temporal en los periodos reproductivos. Estas diferencias, especialmente las reproductivas (Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998), sirven de base para sustentar la idea de la existencia de *stocks* diferentes en ambas islas, tal y como afirman Cuyás *et al.* (2004), lo cual debería reflejarse en una estrategia de gestión pesquera diferenciada para cada unidad geográfica. De hecho, los valores de mortalidad total también parecen ser más coherentes con la realidad pesquera que se vive en cada una de las dos islas, siendo el *stock* de Gran Canaria el que muestra mayores indicios de sobreexplotación.

#### AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su más sincero agradecimiento al Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria por el apoyo económico que le ha brindado al actuar como su patrocinador en la beca Innova concedida por la Fundación Universitaria de Las Palmas. Igualmente deseamos agradecer la ayuda prestada

por la Dra. Pilar García Jiménez (Dpto. de Biología, ULPGC), Dña. Ana Isabel Malheiro y D. Hermenegildo (Gildo) Martín González (La Palma).

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilera-Klink, F., Brito, A., Castilla, C., Díaz-Hernández, A., Fernández-Palacios, J.M., Rodríguez-Rodríguez, A., Sabaté, F. y Sánchez-García, J. (1994): *Canarias. Economía, Ecología y Medio Ambiente*. La Laguna, Francisco Lemus Ed., 365 pp.

Anderson, R.O. & Gutreuter, S.J. (1983): "Length, Weight and Associated Structural Indices". En: *Fisheries Techniques*. Nielsen, L.A. & Johnson, D.L., eds., pp. 283-300. Bethesda: American Fisheries Society.

Barrera, A., Carrillo, J., Castillo, R., Gómez, J., González-Pérez, J.A., Ojeda, D., Pérez, F. y Sánchez, S. (1983): *Evaluación de recursos pesqueros en la provincia de Las Palmas*. Tomo III. Fuerteventura. Consejería de Agricultura y Pesca. Gobierno de Canarias.

Bas, C., Castro, J.J., Hernández-García, V., Lorenzo, J.M., Moreno, T., Pajuelo, J.G. y Ramos, A.G. (1995). *La pesca en Canarias y áreas de influencia*. Madrid. Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria. 331 pp.

Beverton, R.J. H. & Holt., S.J. (1957): *On the Dynamics of Exploited Fish Populations*. Fish. Invest., London, Sec. II, 19:533 pp.

Bhattacharya, C.G. (1967): *A Simple Method of Resolution of Distribution into Gaussian Components*. *Biometrics*, 23:115-135.

Brito, A. (1991): *Catálogo de los peces de las Islas Canarias*. Santa Cruz de Tenerife, Francisco Lemus (Ed.). 230 pp.

Brito, A., Lozano, I.J., Falcón, J.M., Rodríguez, F.M. y Mena, J. (1996): "Análisis biogeográfico de la Ictiofauna de las Islas Canarias". En: Llinas, O., González, J.A. y Rueda, M.J. (eds.): *Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-oriental*. Instituto Canario de Ciencias Marinas, 241-270.

Castro, J.J., Sosa-Henríquez, P., Santana-Ortega, A.T., Malheiro, A.I., Cuyás, C., Hernández-López, J.L., Santana-Artiles, G. y García-Jiménez, P. (2002): *Influencia de la estructura del Archipiélago Canario en el aislamiento de las poblaciones de peces de interés comercial. Implicaciones en la gestión pesquera*. Informe de Proyecto. Viceconsejería de Pesca. Gobierno de Canarias.

Chambers, R.C., Witting, D.A. & Lewis, S.J. (2001): *Detecting Critical Periods in Larval Flatfish Populations*. *J. Sea Res.*, 45(3-4): 231-242.

Cuyás, C., Castro, J.J., Santana-Ortega, A.T. & Carbonell, E. (2004): *Insular Stock Identification of *Serranus Atricauda* (Pisces: Serranidae) through the Presence of *Ceratothoa Eteindachneri* (Isopoda: Cymothoidae) and *Pentacapsula Cutanea* (Myxozoa: Pentacapsulidae) in the Canary*

*Islands*. Scientia Marina, 68(1): 159-163.

Febvre M., Michele, M. et Lafaurie, M. (1975): *Comparaison de la séquence ovogénétique chez des Téléostéens ovipares gonochoriques et hermaphrodites* (Mullus, Serranus, Boops). Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 39:140-152.

García-Díaz, M.M., Lorente, M.J., González, J.A. & Tuset, V.M. (2002): *Morphology of the Ovary of Serranus Atricauda (Teleostei, Serranidae)*. Aquatic Sciences, 64(1):87-96.

Gayanilo, F.C., Soriano, M. & Pauly, D. (1988): *A Draft Guide to the Compleat ELEFAN. Software 2*. International Center for Living Aquatic Resources Management.

González, J., Hernández, C., Marrero, P. y Rapp, E. (1994): *Peces de Canarias. Guía submarina*. Santa Cruz de Tenerife, Francisco Lemus (Ed.), 223 pp.

Guerra-Sierra, A. y Sánchez-Lizaso, J.L. (1998): *Fundamentos de explotación de recursos vivos marinos*. Zaragoza, Ed. Acribia, S.A., 249 pp.

Hasselblad, V. (1966): Estimation of Parameters for a Mixture of Normal Distributions. Technometrics, 8:431-444.

La Violette, P.E. (1974): *A Satellite-aircraft Thermal Study of the Upwelled Water off Spanish Sahara*. J. Phys. Oceanogr. 4:676-684.

Laevastu, T. (1971): *Manual de métodos de biología pesquera*. Zaragoza, Ed. Acribia. 243 pp.

Leary, R.F. & Booke, H.E. (1990): "Starch Gel

Electrophoresis and Species Distinctions". En: Schreck, C.B. & Moyle, P. B. (Eds): *Methods for Fish Biology*. Bethesda, Maryland. American Fisheries Society, Pp: 141-170.

Pepin, P. (1991): *Effect of Temperature and Size on Development, Mortality and Survival Rates of Pelagic early History Stages of Marine Fish*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 503-518.

Pérez-Barroso, F.I., Jiménez, S., Lozano, I.J., González, J.A. y Santana, J.I. (1993): *Estudio preliminar de la pesquería artesanal de Serranus atricauda y de Serranus cabrilla en el Archipiélago Canario*. Pub. Esp. Inst. Esp. Oceanogr., 11:365-373.

Piñeiro, C.G., Padín, A. y Loureiro, I. (1996). *Metodología y técnicas usuales en la preparación de otolitos para la determinación de la edad de los peces*. Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanog., 163:29 pp.

Polovina, J.J. (1996): *Decadal Variation in the Trans-Pacific Migration of Northern Bluefin Tuna (Thunnus Thynnus) coherent with Climate-induced Change in Prey Abundance*. Fisheries Oceanography, 5:114-119.

Richards, W.J., Leming, T., McGowan, M.F., Lamkin, J.T. & Kelley-Fraga, S. (1989): "Distribution of Fish Larvae in relation to Hydrographic Features of the Loop Current Boundary in the Gulf of Mexico". En: Blaxter, J.H.S., Gamble, J.C. and von Westernhagen, H. (eds.): *The early Life History of Fish. The 3<sup>rd</sup> ICES Symposium (Bergen, 3-5 October-1988)*. International Council for the Exploration of the Sea. Copenhagen (Denmark). 191:169-176.

Rodríguez, J.M., Hernández-León, S. & Barton, E.D. (1999): *Mesoscale Distribution of Fish Larvae in relation to an Upwelling Filament off Northwest Africa. Deep Sea Research Part-1. Oceanographic Research Papers*, 46(11):1969-1984.

Sadovy, Y. & Shapiro, D.Y. (1987): *Criteria for the Diagnosis of hermaphroditism in Fishes. Copeia*, 1:136-156.

Sirabella, P., Giulini, A., Colosimo, A. & Dippner, J.W. (2001): *Breaking down the Climate Effects on Cod Recruitment by Principal Component Analysis and Canonical correlation. Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 216:213-222.

Smith, C.L. (1981): "Serranidae". En: Fischer, W./ Bianchi, G. & Scott, W.B. (eds.): *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purpose. Eastern Central Atlantic; Fishing Areas 34, 47 (in part)*. Ottawa. Canada funds-in-Trust. Department of Fisheries and Oceans Canada, by arrangement with the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Sundby, S. (2000): *Recruitment of Atlantic Cod Stocks in Relation to Temperature and Advencion of Copepod Populations. Sarsia*, 85(4):277-298.

Tortonese, E. (1984): "Serranidae". En: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C. & Tortonese, E. (Eds): *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. II. Bungay (UK). UNESCO.

Tuset, V.M., Lombate, A./ González, J.A., Pertusa, J.F. & Lorente, M.J. (2003): *Comparative*

*Morphology of the Sagittal Otolith in Serranus spp. Journal of Fish Biology*, 63(6):1491.

Tyler, C.R. & Sumpter, J.P. (1996): *Oocyte Growth and Development in teleosts. Review in Fish Biology and Fisheries*, 6:287-318.

Van Camp, L. & Nykjaer, L. (1988): *Remote Sensing of the Northwest African Upwelling Area*. Internal Technical Report, Commission of the European Communities. Joint Research Center, Ispra.

Yamamoto, K. & Yoshioka, H. (1964): *Rhythm of Development in the oocyte of the Medaka, Oryzias latipes. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 15:5-19.

## BIOGRAFÍA

### ANA T. SANTANA ORTEGA

Nacida en Las Palmas de Gran Canaria, es licenciada en Ciencias del Mar por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Actualmente cuenta en su currículum con el Certificado de Aptitud Pedagógica (CAP) por la Universidad Complutense de Madrid y con el Diploma de Estudios Avanzados (DEA), además de cuatro publicaciones internacionales, tres de ellas con índice de impacto, relacionadas con la bio-ecología de peces y cefalópodos.

En la actualidad desempeña su actividad laboral en la Administración del Estado.

Patrocinador de esta investigación:

**AYUNTAMIENTO DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA**