

Biología y acuicultura de corvinas en el mundo

Salvador Cárdenas

Centro El Toruño, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), E-11500 El Puerto de Santa María, Cádiz, España.

E-mail: salvador.cardenas.rojas@juntadeandalucia.es

1. Introducción

La especies que se crían dentro de la familia de los Esciéndidos, a nivel comercial y/o experimental, son corvina de Amoy *Argyrosomus amoyensis* (*Nibea miichthioides*) en China; corvina plateada *Argyrosomus inodorus* en Sudáfrica; corvina africana *Argyrosomus japonicus* en Australia, Sudáfrica y Taiwan; corvina mediterránea *Argyrosomus regius* en España, Egipto, Francia, Italia, Marruecos y Turquía; corvina blanca *Atractoscion nobilis* en EE.UU. y México; corvina pampera *Cilus gilberti* en Chile; corvina pinta *Cynoscion nebulosus* en EE.UU. y México; corvina golfina *Cynoscion othonophthreus* en México; corvinata real *Cynoscion regalis* en EE.UU. y México; corvina boquinaranja *Cynoscion xanthulus* en EE. UU.; corvina azafrán *Larimichthys crocea* en China; corvinón amarillo *Micropogonias furnieri* en Uruguay; corvina roncadina *Micropogonias undulatus* en EE.UU.; corvina negra *Pogonias cromis* en EE. UU.; corvallo *Sciaena umbra* en Grecia y Turquía; corvinón ocelado *Sciaenops ocellatus* en Ecuador, EE.UU., China, Israel, Martinica, México y Taiwan; corvinata totoaba *Totoaba macdonaldi* en México; verrugato *Umbrina cirrosa* en Chipre, España, Grecia, Italia y Turquía (Tabla 1). El corvinón ocelado se empezó a criar en los EE.UU. en los años 70, propagándose su cultivo por Martinica (1987), China (1991), Israel (1997) y Ecuador (2002).

Tabla 1. Especies de Esciéndidos criadas en el Mundo.
 (*) Nombres vulgares en español recogidos en MARM (2011).

ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS
<i>Argyrosomus amoyensis</i> (<i>Nibea miichthioides</i>)	Corvina de Amoy	Amoy croaker, Cuneate drum
<i>Argyrosomus inodorus</i>	Corvina plateada	Silver kob
<i>Argyrosomus japonicus</i>	Corvina africana (*)	Mulloway
<i>Argyrosomus regius</i>	Corvina mediterránea	Meagre
<i>Atractoscion nobilis</i>	Corvina blanca	White seabass
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina pampera	Corvina drum
<i>Cynoscion nebulosus</i>	Corvina pinta	Spotted seatrout
<i>Cynoscion othonophthreus</i>	Corvina golfina	Gulf corvina
<i>Cynoscion regalis</i>	Corvinata real	Weakfish
<i>Cynoscion xanthulus</i>	Corvina boquinaranja	Orangemouth corvina
<i>Larimichthys (Pseudosciaena) crocea</i>	Corvina azafrán (*)	Large yellow croaker
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvinón amarillo (*)	Whitemouth croaker
<i>Micropogonias undulatus</i>	Corvina roncadina	Atlantic croaker
<i>Pogonias cromis</i>	Corvina negra	Black drum
<i>Sciaena umbra</i>	Corvallo (*)	Brown meagre
<i>Sciaenops ocellatus</i>	Corvinón ocelado (*)	Red drum
<i>Totoaba macdonaldi</i>	Corvinata totoaba	Totoaba
<i>Umbrina cirrosa</i>	Verrugato	Shi drum

Al principio del siglo XXI la familia Sciaenidae constituía el grupo de especies con más rápida expansión de la acuicultura marina china, con producciones de miles de millones de alevines (Hong y Zhang 2003) y una producción comercial de 104.275 t (NACA 2006). La

crianza de corvinas, aparte de realizarse con fines conservacionistas debido al retroceso de sus poblaciones en países como Australia (Silberschneider y Gray 2005), Estados Unidos (Ma, 2006; Mutser y cols. 2008), China (Liu y Sadovy 2008), México (Lercari y Chávez 2007) y España (Anónimo 2009; Grau y cols. 2009), se debe a sus excelentes características biológicas, con unas elevadas tasas de crecimiento en todas las etapas de desarrollo, unos buenos índices de conversión, así como a su buena aceptación por parte de los consumidores (Cárdenas, 2011). Además, presenta la ventaja añadida de que se trata de especies eurihalinas, con un amplio rango de tolerancia de salinidad (entre 0 y 75 g/L), lo que permite su adaptación a ambientes muy diversos.

2. Biología de las corvinas

La familia Sciaenidae incluye alrededor de 70 géneros y 270 especies que se distribuyen en regiones templadas y tropicales del mundo. A los miembros de esta familia se les llama comúnmente tambores o roncadors, nombre que proviene de los sonidos que estos peces producen al usar su desarrollada vejiga natatoria como cámara de resonancia, gracias a las vibraciones de unos músculos especiales insertados en sus paredes, lo que permite localizar bancos de corvina a grandes distancias (Lagardère y Mariani 2006, Prista y cols. 2007). Ueng y cols. (2007) han demostrado que los sonidos emitidos por los machos y las hembras de *A. japonicus*, durante la época de reproducción, difieren en el número de pulsos y porcentaje de ronquidos, así mientras los machos emiten un 84 % de los ronquidos las hembras solo emiten el 16 %.

Las corvinas son especies euritermas y eurihalinas que resisten cambios bruscos de temperatura desde 2 a 38 °C y de salinidad desde 5 a 42 g/L (Saavedra y cols. 2012), facultad que les permite penetrar en desembocaduras de ríos y lagunas en los estuarios, donde realizan la puesta y su crianza. Normalmente se encuentran en aguas someras y estuarios, habitan desde la franja litoral hasta profundidades de 250-350 m en fondos arenosos, fangosos y, en algunos casos, rocosos. Durante su etapa juvenil exploran distintos tipos de hábitats, situación que se mantiene hasta alcanzar el estado adulto. De este modo se localizan en el Indo-Pacífico, el Caribe y las aguas templadas de los océanos Atlántico y Pacífico; en lagos de la cuenca amazónica y en el Mediterráneo.

Las mayoría de las corvinas son especies iteróparas y gonocóricas, siendo reproductores parciales e indeterminados con desarrollo ovárico asincrónico. La reproducción de la mayoría de los Esciénidos tiene lugar en primavera y verano (Tabla 2). En el caso de *A. regius*, los ejemplares adultos abandonan, a finales de julio, los estuarios y permanecen en las zonas costeras hasta principios de otoño, volviendo a las aguas profundas en invierno. Los alevines suelen dejar las áreas de reproducción a finales de verano. Tanto adultos como juveniles vuelven a las áreas estuáricas en primavera.

Tabla 2. Época de puesta de los Esciénidos.

ESPECIES	ZONA	ESTACIÓN DE PUESTA	MESES DE PUESTA	REFERENCIA
Americanas				
<i>A. nobilis</i>	EE.UU.	Primavera-Verano	abril-agosto	Moser y cols. 1983
<i>C. gilberti</i>	Chile	Primavera	diciembre	Cárdenas y cols. 2009a
<i>C. nebulosus</i>	EE.UU.	Primavera-Verano	abril-septiembre	Brown-Peterson y cols. 2002
<i>S. ocellatus</i>	EE.UU.	Verano-Otoño	agosto-diciembre	Reagan 1985
Resto del Mundo				
<i>A. japonicus</i>	Australia	Primavera-Verano	noviembre-febrero	Battaglione y Talbot 1994
	Taiwan	Primavera-Verano	marzo-junio	Ueng y cols. 2007
	Sudáfrica	Verano	octubre-enero	Silberschneider y Gray 2008
<i>A. regius</i>	España	Primavera-Verano	marzo-agosto	García-Pacheco y cols. 2009 Jiménez y cols. 2007
<i>L. crocea</i>	China	Primavera-Otoño	--	Liu y Sadovy 2008
<i>S. umbra</i>	España	Primavera-Verano	mayo-agosto	Grau y cols. 2009
	Túnez	Verano	julio-agosto	Chakroun-Marzouk y Ktari 2003
	Turquía	Primavera-Verano	junio-agosto	Engin y Seihan 2009
<i>U. cirrosa</i>	Turquía	Primavera-Verano	--	Basaran y cols. 2009

Aparentemente el factor más determinante para estas migraciones reproductivas y tróficas parece ser la temperatura del agua. De hecho los individuos reducen su actividad alimenticia a temperaturas inferiores a 13-15 °C y tienen sus tasas máximas de ingesta y crecimiento en verano. Las condiciones más favorables para el crecimiento y desarrollo de la corvina mediterránea (*A. regius*) se dan entre 17 y 21 °C, aunque se pueden adaptar a valores de 14-23 °C.

La primera talla de madurez sexual de la mayoría de los Esciénidos se alcanza entre los 3 y 6 años de edad (Tabla 3). *A. regius* se reproduce cuando los machos alcanzan los 64 cm de talla (peso 4,0 kg) y las hembras los 86 cm de talla (peso 7,5 kg) (García-Pacheco y Bruzón 2009). En la época reproductiva los adultos se desplazan a lo largo de la línea de costa para confluír en estuarios y lagunas costeras, agrupándose en grandes bancos para desovar. La temperatura a la cual comienza el periodo de puesta es de 16-17 °C (Quero 1985).

El tamaño de los huevos de la mayoría de los Esciénidos alcanza 0,9 mm de diámetro y las larvas recién eclosionadas 2-6 mm de longitud (Brown-Peterson y cols. 2002, Hill 2005, Jiménez y cols. 2007, Moser y cols. 1983, Reagan 1985).

Tabla 3. Talla y edad de madurez de los Esciéndidos. M: Machos; H: Hembras.

ESPECIES	ZONA	MADUREZ SEXUAL		EDAD MÁXIMA (años)	LONG/PESO MÁXIMOS	REFERENCIA
		AÑOS	TALLA (cm)			
Americanas						
<i>A. nobilis</i>	EE.UU.	3-4	51 (M) 61 (H)	--	80 cm 40 kg	Valverde 2002 Vojkovich y Crooke 2001
<i>C. gilberti</i>	Chile	8 - 9	--	26	100 cm	Aburto 2005
<i>C. nebulosus</i>	EE.UU.	3 (M) 4 (H)	26-30	18	100 cm	Brown-Peterson y cols. 2002 Hill, 2005
<i>P. cromis</i>	EE.UU.	--	--	26	110 cm 22 kg	Jones y Wells 1998
<i>S. ocellatus</i>	EE.UU.	3-6	60-75	40	160 cm 41 Kg	Waggy y cols. 2006
<i>T. macdonaldi</i>	México	--	--	24	200 cm 135 kg	Román-Rodríguez y Hammann 1997
Resto del Mundo						
<i>A. japonicus</i>	Australia	5-6 6	88 (M) 93 (H)	30	140 cm	Silberschneider y Gray 2008
	Taiwan	5-6	70-80	--	--	Ueng y cols. 2007
	Sudáfrica	5 6	92 (M) 107 (H)	42	181 cm 75 kg	Griffiths y Heemstra 1995
<i>A. regius</i>	España	4-5	64 (M) 86 (H)	40	200 cm 80 kg	García-Pacheco y cols. 2002
	Mauritania	4-5	60-70	--	--	Biais 2002
<i>L. crocea</i>	China	2-4	--	29	--	Liu y Sadovy 2008
<i>S. umbra</i>	España	--	25 (M) 30 (H)	--	--	Grau y cols. 2009
	Túnez	--	20-22 (M) 21-23 (H)	13 (M) 16 (H)	44 cm (M) 50 cm (H)	Chakroun-Marzouk y cols. 2008
	Turquía	--	20 (M) 22 (H)	18	51 cm	Engin y Seihan 2009

3. Acuicultura de corvinas

3.1 Producción

La producción mundial de corvinas alcanzó 121.768 t en 2009, siendo las principales especies producidas *Pseudosciana crocea* y *Sciaenops ocellatus*, y las correspondientes al género *Argyrosomus* sp.. *Pseudosciana crocea* ha sido intensamente explotada en China a partir de la década de los 50, alcanzando capturas de 200.000 t en la década de los 70, sufriendo una caída del 90 % en las dos décadas siguientes (Liu y Sadovy 2008). A partir de la década de los 80 se inició la producción en criaderos, habiendo tenido la producción de alevines un incremento muy rápido entre 1995 y 2000, año en que se alcanzó la increíble cifra de 1.300 millones de alevines en los 400 criaderos de la Provincia de Fujian (Hong y Zhang 2003). Esa producción de alevines se distribuyó entre la acuicultura de repoblación, que se realiza entre los meses de junio y julio, con juveniles de 3-8 cm (producidos en los criaderos entre abril y junio) y la acuicultura de producción,

fundamentalmente en viveros flotantes y estanques de tierra, pasando, en este último caso, desde 30.000 t en 1997 a 70.000 t en 2005.

La acuicultura de *A. regius* es bastante reciente, obteniéndose las primeras producciones comerciales en Francia en 1997, donde se logró por primera vez en Europa su reproducción en cautividad (Quémener 2002). Los primeros éxitos en la culminación del ciclo vital completo de la corvina se han obtenido en el sur de Francia, pudiéndose obtener en España el protocolo de su cultivo a partir de la publicación de Cárdenas (2011). El país con mayor producción de corvina (*A. regius*) en el Mediterráneo es España con una producción de 3.250 t en 2010 (84 % del total europeo).

Los estudios sobre el cultivo de *U. cirrosa* comenzaron en Chipre en 1993-1994. Actualmente se estudia la inducción de la puesta en Italia (Barbaro y cols. 2002, Libertini y cols. 1998), Grecia (Mylonas y cols. 2004) y Chipre (Mylonas y cols. 2000) con diversos tipos de análogos de la GnRH.

3.2 Reproducción en cautividad

La mayoría de las especies de Esciéndidos necesitan de la inducción de la puesta mediante tratamientos hormonales para la obtención de huevos viables. La inducción de la puesta de las corvinas empieza por su estabulación en tanques entre 4.000 y 40.000 litros en circuito abierto (FAS) o cerrado (RAS), alimentados con productos frescos (pescados, cefalópodos, etc.) o pienso comercial con una frecuencia de 3 a 6 veces por semana. El tamaño medio de los reproductores puede oscilar, dependiendo de la especie, entre 1 y 13 kg.

Las hormonas que se han utilizado para la inducción de la puesta han sido GCH (gonadotropina) o GnRH (gonadoliberina). La primera (GCH) con inyecciones a una dosis de 250 a 1.000 UI y la segunda (GnRH) con inyecciones o implantes a una dosis que ha oscilado entre 2 y 100 µg/kg. El período de latencia desde la inyección o implante hasta el desove puede estar entre 30 y 90 horas. El desove mediante el hormonado se ha obtenido a temperaturas del agua superiores a 16 °C, con fecundidades medias entre 30.000 y 350.000 huevos por kg de hembra (Cárdenas y cols. 2009a, Thomas y Boyd 1988).

3.2 Larvicultura

La cría larvaria de las corvinas incluye una amplia variedad de sistemas de producción, desde la larvicultura intensiva hasta la extensiva, en volúmenes que van desde 1 hasta 10.000 m³, con densidades desde 0,1 hasta 100 larvas/L. La secuencia alimenticia que se ha seguido en la larvicultura intensiva difiere poco de una especie a otra, siendo posible la cría larvaria sin el suministro de Artemia.

El crecimiento de las larvas de las distintas especies de Esciéndidos sigue un patrón similar, aunque el verrugato (*U. cirrosa*) presenta una curva de crecimiento superior (Arizcun y cols. 2009, Koumoundouros y cols. 2005, Zaiss y cols. 2006) al de la corvina mediterránea (*A. regius*) (Durán y cols. 2009, Rodríguez-Rúa y cols. 2007), al del corvinón ocelado (*S. ocellatus*) (Holt 1990; Lazo y cols. 2000a, 2007; Soletchnik y cols. 1989) y a la corvina africana (*A. japonicus*) (Battaglione y Talbot 1994).

En experimentos de cría larvaria realizados con *A. japonicus*, *A. regius*, *S. ocellatus* y *U. cirrosa*, donde se ha eliminado el suministro de Artemia, se han obtenido supervivencias larvarias a los 30 días de edad después de la eclosión (DDE) ligeramente inferiores a los alimentados con presas vivas de una manera convencional (rotíferos + Artemia), y sin merma importante en las tasas de crecimiento (SGR) (Tabla 4).

Tabla 4. Larvicultura de corvinas con y sin Artemia sp.

ESPECIE	SGR (%/día)		SUPERVIVENCIA (%) 30 DDE		REFERENCIA
	CON ARTEMIA	SIN ARTEMIA	CON ARTEMIA	SIN ARTEMIA	
A. japonicus	19-20	14-16	1-13	3-7	Ballagh y cols. 2010
A. regius	18-25	15-22	10-22	8-13	Durán y cols. 2009 Fernández-Palacios y cols. 2009
S. ocellatus	--	--	10 - 14	4 - 6	Lazo y cols., 2000b
U. cirrosa	19	17	82	79	Papadakis y cols. 2009

3.3 Preengorde y engorde

Los Esciéndidos durante la fase de preengorde en circuito cerrado (RAS) alcanzan los 40-50 gramos a los 2-3 meses de crianza con Tasas Diarias de Crecimiento (SGR) del 3 %/día con supervivencias que oscilan entre 60 y 100 % (Tabla 5). Las especies de la familia de los Esciéndidos crecen bien en un amplio intervalo de salinidades (5 - 45 g/L) como demuestran los resultados obtenidos por Doroudi y cols. (2006), Ferreira y cols. (2008), Fielder y Bardsley (1999), Márquez y cols. (2010), Mylonas y cols. (2009), Partridge y cols. (2008), Partridge y Lymbery (2009), Tomasso y Kempton (2000), y Wurts y Stickney (1993) con *Argyrosomus inodorus*, *Argyrosomus japonicus*, *Argyrosomus regius*, *Sciaenops ocellatus* y *Umbrina cirrosa*.

Tabla 5. Preengorde de Esciéndidos con recirculación (RAS).

ESPECIE	A. japonicus	S. ocellatus
Circulación del agua	RAS	RAS
Consumo de agua	150 L/h/tanque	12 – 22 (%/día)
Salinidad (ppt)	35	12
Duración (días)	56	80
Número de peces	--	35.226
Supervivencia (%)	100	61
Crecimiento (mm/día)	1,05	1,89
Peso inicial (g)	7,2	3,8
Peso final (g)	41,9	49,2
SGR (%/día)	3,25	3,32
FCR	1,39	1,14 – 1,40
Referencia	Battaglione y Talbot 1994	Alo 2008

Para alcanzar la talla comercial (800-1.000 gramos) las corvinas solo necesitan un año, cuando las temperaturas son las óptimas para su crecimiento (Tabla 6). A nivel experimental solamente *C. gilberti* ha presentado un crecimiento inferior al resto de Esciéndidos (Augsburguer 2006, Ureta y cols. 2009).

Tabla 6. Engorde de Esciéndidos.

ESPECIE	A. japonicus		A. nobilis	S. ocellatus	
	ESTANQUES	TANQUES (RAS)	TANQUES (RAS)	ESTANQUES	VIVEROS FLOTANTES
Duración (días)	480	720	720	540	360
Temperatura (°C)	9 - 30	--	18 -23	8 – 32	26 – 29
Supervivencia (%)	--	--	--	82	67
Peso inicial (g)	1	1	5	2,2	2,0
Peso final (g)	800	1.200	1.000	1.180	800
Carga final (kg/m ³)	15	25	25	1,0	29
SGR (%/día)	0,98	1,39		1,16	1,66
FCR	1,1	1,1	0,8 – 1,2	2,4	1,6 - 1,8
Referencia	PIRSA 2001		Sylvia 2010	Sandifer y cols. 1993	Houel y cols. 1996

Para mantener Tasas de Crecimiento (SGR) del 1 %/día durante la fase de engorde los Esciéndidos necesitan aportes de pienso con un contenido en proteínas superiores al 44 % (Lee y cols. 2001, McGoogan y Gatlin III 1999, Pirozzi y cols. 2010, Turano y cols. 2002) y bajos contenidos en grasa, dada su condición de pescados magros (Tabla 7). Las proteínas animales habituales en los piensos de los Esciéndidos pueden ser sustituidas en parte por proteínas vegetales sin perjudicar el crecimiento (Segato y cols. 2005a) ni la calidad de la carne (Segato y cols. 2008).

La Tasa Diaria de Alimentación (SFR) y el peso medio de algunos Esciéndidos, con variaciones, dependiendo de la especie, se encuentra entre el 4 y 10 % biomasa pez /día para la fase de preengorde (Bajandas y cols. 2010; Cárdenas y cols. 2009b, Collet 2007, McGoogan y Gatlin 1999) y entre 1 y 4 % biomasa pez/día para la fase de engorde (Thoman y cols. 1999). Estas altas tasas de alimentación durante el preengorde y engorde, unido a niveles altos de proteínas en la dieta, y al comportamiento letárgico de esta familia, explica en parte esos crecimientos tan fuertes que encontramos en la mayoría de las especies de Esciéndidos.

Tabla 7. Influencia de la composición de la dieta en el engorde de Esciéndidos.

ESPECIE	S. ocellatus				S. umbra			U. cirrosa	
	44	40	36	32	52	42	38	47-49	46-48
PROTEÍNAS EN LA DIETA (%)	44	40	36	32	52	42	38	47-49	46-48
LÍPIDOS EN LA DIETA (%)	9	7	6	5	8	14	23	21-22	24-27
P. inicial (g)	89,2	89,2	89,2	89,2	78	79	80	83	83
P. final (g)	225,9	222,5	197,4	156,7	162	155	136	401	374
SGR (%/día)	1,33	1,30	1,13	0,80	0,95	0,88	0,70	1,28	1,23
FCR	--	--	--	--	1,45	1,67	2,28	1,33	1,41
FER (%)	80	66	53	38	69	60	44	75	71
Referencia	Jirsa y cols. 1997				Chatzifotis y cols. 2006			Segato y cols. 2005b	

En esta familia es posible el engorde a altas densidades sin merma en el crecimiento de los alevines, como han podido comprobar Lutz y cols. (1997) y Sandifer y cols. (1993) en ensayos realizados con *S. ocellatus*. Esta característica también se ha podido comprobar en la fase de preengorde con densidades de crianza de hasta 50 kg/m³ con *A. japonicus* (Collet 2007). Pirozzi y cols. (2009) también han establecido que la carga mínima para el preengorde de *A. japonicus* debe ser 4 kg/m³ para poder obtener buenos rendimientos en el cultivo. Esto se debe a que las necesidades de oxígeno de los Esciéndidos no suelen ser muy altas, del orden de 73 mg/kg/h (Fitzbigon y cols. 2007), muy inferior a los 300-400

mg/kg/h de la dorada (Ortega 2008), y a la tendencia a formar bancos en las especies de esta familia.

Bibliografía

1. Aburto GA. 2005. Estimación de los parámetros ecofisiológicos críticos (oxígeno y amonio) para la determinación de la capacidad de carga en el cultivo de juveniles de corvina (*Cilus gilberti*). Tesis de Grado. Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile.
2. Alo M. 2008. Florida researchers test prototype recirc system to rear Red Drum juveniles. *Hatchery International* 9: 46-47.
3. Anónimo, 2009. Pesca deportiva en las Islas Baleares. Consejería de Agricultura y pesca. Gobierno de las Islas Baleares. Mallorca, España. 38 páginas.
4. Arizcun M, Abellán E, García-Alcázar A. 2009. Primeros resultados sobre reproducción y cultivo larvario de verrugato (*Umbrina cirrosa* L.). Páginas 518-519 en Beaz D, Villarroel M, Cárdenas S. eds. XII Congreso Nacional de Acuicultura: Con la acuicultura alimentamos tu salud. MARM, SEA y FOESA. Madrid, España.
5. Augsburguer A. 2006. Desarrollo tecnológico en el cultivo de peces marinos. Segundo Congreso Nacional de Acuicultura. Lima, Perú.
6. Bajandas AC, Rodríguez-Rúa A, Cárdenas C, Cárdenas S. 2010. Efecto de las tasas de alimentación sobre el crecimiento de juveniles de corvina, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). *Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal.* 12: 361-368.
7. Ballagh DA, Fielder DS, Pankhurst PM. 2010. Weaning requirements of larval mullet, *Argyrosomus japonicus*. *Aquaculture International* 41: e493-e-504.
8. Barbaro A, Francescon A, Bertotto D, Bozzato G, Di Maria I, Patarnello P, Furlan F, Colombo L. 2002. More effective induction of spawning with long-acting GnRH agonist in the shi drum, *Umbrina cirrosa* L. (Sciaenidae, Teleostei), a valuable candidate for Mediterranean mariculture. *J. Appl. Ichthyol.* 18: 192-199.
9. Basaran F, Muhtaroglu CG, Özden O, Özkizilcik S. 2009. Spawning behaviour of shi drum (*Umbrina cirrosa*) after hormone administration. *Journal of Fisheries Science.com* 32:124-133.
10. Battaglione SC, Tablot RB. 1994. Hormone induction and larval rearing of mullet, *Argyrosomus hololepidotus* (Pisces. Sciaenidae). *Aquaculture* 126: 73-81.
11. Biais G, 2002. Le maigre (*Argyrosomus regius*). *Les Nouvelles de l'Ifremer*, 42 :4.
12. Brown-Peterson NJ, Peterson MS, Nielland DL, Murphy MD, Taylor RG, Warren JR, 2002. Reproductive biology of female spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in the Gulf of Mexico : differences among estuaries ?. *Environmental Biology of Fishes* 63: 405-415.

13. Cárdenas S, 2011. Crianza de la Corvina, *Argyrosomus regius*. Colección Cuadernos de Acuicultura, nº 3. FOESA, CSIC y MARM. Madrid, España. 100 páginas. Disponible en: <http://www.fundacionoesa.es/>
14. Cárdenas S, Rodríguez-Rúa A, Ureta M, Ruiz K, Vélez A. 2009a. Acuicultura de la corvina en España y Chile I. Alevinaje. II Congreso Nacional de Acuicultura. Temuco, Chile, 7-9 de Enero de 2009.
15. Cárdenas S, Lavié A, Rodríguez-Rúa A. 2009b. Crecimiento y aprovechamiento del alimento de alevines de corvina *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae), durante el preengorde a distintas cargas y temperaturas. *Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal.* 11: 277-284.
16. Chakroun-Marzouk N, Ktari MH. 2003. Le corb des côtes tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae) : cycle sexuel, âge et croissance. *Cybiu* 27: 211-225.
17. Chatzifotis S, Villamor A, Limberis N, Papandroulakis N, Divanach P. 2006. First data on growth of cultured brown meagre *Sciaena umbra* using diets with different protein and fat contents. *Fisheries Science* 72: 83-88.
18. Collet P. 2007. Toward the development of a rearing protocol for juvenile dusky kob, *Argyrosomus japonicus* (Pisces: sciaenidae). Master of Science, Rhodes University, South Africa. 66 páginas.
19. Doroudi MS, Fielder DS, Allan GL, Webster GK. 2006. Combined effects of salinity and potassium concentration on juvenile mullet (*Argyrosomus japonicus* Temminck & Schlegel) in inland saline groundwater. *Aquaculture Research* 37: 1034-1039.
20. Durán J, Pastor E, Grau A, Massuti-Pascual E, Valencia JM, Gil MM. 2009. Total replacing of *Artemia* by an artificial diet in larval rearing feeding protocol of meagre (*Argyrosomus regius*, Asso 1801). Páginas 164-165 en *Aquaculture Europe 2009*. European Aquaculture Society. 14-17 de Agosto de 2009, Trondheim, Noruega.
21. Engin S, Seyhan K. 2009. Age, growth, sexual maturity and food composition of *Sciaena umbra* in the south-eastern Black Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.* 25: 96-99.
22. Fernández-Palacios H, Hernández-Cruz CM, Schuchardt D, Izquierdo MS, Roo J. 2009. Effect of co-feeding regimes on biological performance and biochemical composition of meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) larvae. *EAS Special Publication* 38: 108-111.
23. Ferreira HL, Vine NG, Griffiths CL, Kaiser H. 2008. Effects of salinity on growth juvenile silver kob, *Argyrosomus inodorus* (Teleostei: Sciaenidae). *African Journal of Aquatic Science* 33: 161-165.
24. Fielder DS, Bardsley W. 1999. A preliminary study on the effects of salinity on growth and survival of mullet *Argyrosomus japonicus* larvae and juveniles. *J. World Aquaculture Society* 30: 380-387.
25. Fitzbigon QP, Strawbridge A, Seymour RS. 2007. Metabolic scope, swimming performance and the effects of hypoxia in the mullet, *Argyrosomus japonicus* (Pisces: Sciaenidae). *Aquaculture* 270: 358-368.

26. García-Pacheco MM, Bruzón MA. 2009. Gametogenic cycle and first sexual maturity size of meagre, *Argyrosomus regius*. En: 4th Workshop on Gonadal Histology of Fishes. Centro IFAPA El Toruño, El Puerto de Santa María, Cádiz, 16-19 de Junio de 2009.
27. Grau A, Linde M, Grau AM. 2009. Reproductive biology of the vulnerable species *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 (Pisces : Sciaenidae). *Scientia Marina* 73: 67- 81.
28. Griffiths MH, Heemstra PC. 1995. A contribution to the taxonomy of the marine fish genus *Argyrosomus* (Perciformes: Sciaenidae), with descriptions of two new species from Southern Africa. *Ichthyological Bulletin* 65.
29. Hill K, 2005. Species name: *Cynoscion nebulosus* (Spotted seatrout). Species Inventory at Smithsonian Marine Station at Fort Pierce, USA.
30. Holt J. 1990. Growth and development of red drum eggs and larvae. Páginas 46-50 en *Red Drum Aquaculture*. Texas A&M University, College Station, Texas, USA.
31. Hong W, Zhang Q. 2003. Review of captive bred species and fry production of marine fish in China. *Aquaculture* 227: 305-318.
32. Houel S, Falguiere JC, Paquette P. 1996. Analyse technico-economique de projets d'élevage d'ombrine (*Sciaenops ocellatus*) en cages flottantes à la Martinique. RIDRV n° 96-12. IFREMER.
33. Jiménez MT, Rodríguez-Rúa A, Sánchez R, Cárdenas S, 2007. Atlas de desarrollo de la corvina *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae) durante su primer mes de vida. *REDVET* 7: 1. (<http://www.redvet.es>).
34. Jirsa DO, Davis DA, Arnold CR. 1997. Effects of dietary nutrient density on water quality and growth of red drum *Sciaenops ocellatus* in closed systems. *J. World Aquac. Soc.* 28: 68-78.
35. Jones C, Wells B. 1998. Age, growth, and mortality of black drum, *Pogonias chromis*, in the Chesapeake Bay region. *Fishery Bulletin* 96: 451-461.
36. Koumoundouros G, Kouttouki S, Georgakopoulou E, Papadakis I, Maingot E, Kaspiris P, Kiriakou Y, Georgiou G, Divanach P, Kentouri M, Mylonas CC. 2005. Ontogeny of the shi drum *Umbrina cirrosa* (Linnaeus 1758), a candidate new species for aquaculture. *Aquaculture Research* 36: 1265-1272.
37. Lagardère, JP, Mariani A. 2006. Spawning sounds in meagre *Argyrosomus regius* recorded in the Gironde estuary, France. *J. Fish Biol.* 69: 1697-1708.
38. Lazo JP, Holt GJ, Arnold CR. 2000a. Ontogeny of pancreatic enzymes in larval red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture Nutrition* 6: 183-192.
39. Lazo JP, Dinis Mt, Holt GJ, Faulk C, Arnold CR. 2000b. Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 188: 339-351.
40. Lee HYM, Cho KC, Lee JE, Yang SG. 2001. Dietary protein requirement of juveniles giant croaker, *Nibea japonica* Temminck & Schlegel. *Aquaculture Research* 32: 112-118.

41. Lercari D, Chávez EA. 2007. Possible causes related to historic stock depletion of the totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Perciformes: Sciaenidae), endemic to the Gulf of California. *Fisheries Research* 86: 136-142.
42. Libertini A, Francescon A, Bozzato G, Barbaro A. 1998. The shi drum, *Umbrina cirrosa* (L.), an unexploited resource for the Mediterranean aquaculture: recent advances in captive reproduction and applied cytogenetics. XXXIII International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture. Alghero, Italia, 22-24 April 1998.
43. Liu M, Sadovy Y. 2008. Profile of a fishery collapse: why mariculture failed to save the large yellow croaker?. *Fish and Fisheries* 9: 219-242.
44. Lutz CG, Wolters WR, Landry WJ. 1997. Red drum *Sciaenops ocellatus*) filed trilas: economic implications. *J. World Aquac. Soc.* 28: 412-419.
45. Ma L. 2006. Genetics studies for aquaculture and stock-enhancement of red drum (*Sciaenops ocellatus*). M Sc. Thesis, Texas A&M University. 197 páginas.
46. MARM 2011. Resolución de 22 de marzo de 2011, de la Secretaría General del Mar, por la que se establece y se publica el listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España. *Boletín Oficial del Estado* 82: 35515-35544.
47. Márquez P., Tinoco AB, Ruiz-Jarabo I, Vargas-Chacoff L, Rodríguez-Rúa A, Cárdenas S, Mancera JM. 2010. Osmoregulatory and metabolic responses of fry and juvenile meagre (*Argyrosomus regius*) to different environmental salinities. 9th International Congress on the Biology of Fish, 5 to 9 July 2010, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
48. Moser HG, Ambrose DA, Busby MS, Butler JL, Sanknop EM, Sumida BY, Stevens EG, 1983. Description of early stages of white seabass, *Atractoscion nobilis*, with notes on distribution. *CalCOFI Rep.* 24 : 182-193.
49. McGoogan BB, Gatlin III DM. 1999. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum *Sciaenops ocellatus* I. Effects of dietary protein and energy levels. *Aquaculture* 178: 333-348.
50. Mutser K, Cowan JH, Timothy E, Essington TE, Hilborn R. 2008. Reanalyses of Gulf of Mexico fisheries data: Landings can be misleading in assessments of fisheries and fisheries ecosystems. *PNAS* 105: 2740-2744.
51. Mylonas C, Georgiou C, Stephanou D, Atack T, Afonso A, Zohar Y. 2000. Preliminary data on the reproductive biology and hatchery productions of shi drum (*Umbrina cirrosa*) in Cyprus. *Cahiers Options Méditerranéennes* 47: 303-312.
52. Mylonas CC, Kyriakou Y, Sigelaki I, Georgiou G, Stephanou D, Divanach P. 2004. Reproductive biology of the of shi drum (*Umbrina cirrosa*) in captivity and induction of spawning using GnRH α . *The Israeli Journal of Aquaculture* 56: 75-92.

53. Mylonas CC, Pavlidis M, Papandroulakis N, Zaiss MM, Tsafarakis D, Papadakis IE, Varsamos S. 2009. Growth performance and osmoregulation in the shi drum (*Umbrina cirrosa*) adapted to different environmental salinities. *Aquaculture* 287: 203-210.
54. NACA 2006. Regional review on aquaculture development 3. Asia and the pacific – 2005. FAO Fisheries Circular 1017/3. 110 páginas.
55. Ortega A. 2008. Cultivo de la Dorada (*Sparus aurata*). Colección Cuadernos de Acuicultura, nº 1. FOESA, CSIC y MARM. Madrid, España. 44 páginas.
56. Papadakis IE, Zaiss MM, Kyriakou Y, Georgiou G, Divanach P, Mylonas CC. 2009. Histology evaluation of the elimination of *Artemia* nauplii from larval rearing protocols on the digestive system of shi drum (*Umbrina cirrosa* L.). *Aquaculture* 286: 45-52.
57. Partridge GJ, Lymbery AJ, George RJ. 2008. Finfish mariculture in Inland Australia: A review of potential water sources, species, and production systems. *Journal of the World Aquaculture Society* 39: 291-310.
58. Partridge GJ, Lymbery AJ. 2009. Effects of manganese on juvenile mullet (*Argyrosomus japonicus*) cultured in water with varying salinity – Implications for inland mariculture. *Aquaculture* 290: 311-316.
59. Pirozzi I, Booth MA, Pankhurst PM. 2009. The effects of stocking density and repeated handling on the growth of juvenile mullet, *Argyrosomus japonicus* (Temminck and Schlegel, 1843). *Aquacult. Int.* 17: 199-205.
60. Pirozzi I, Booth MA, Allan GL. 2010. The interactive effects of dietary protein and energy on feed intake, growth and protein utilization of juvenile mullet (*Argyrosomus japonicus*). *Aquaculture Nutrition* 16: 61-71.
61. PIRSA 2001. Mullet aquaculture in South Australia. *Aquaculture SA Fact Sheet*, Adelaide, Australia. 6 páginas.
62. Prista N, Lino-Costa J, Jones C, Costa MJ, Amorim C. 2007. Using sound production to identify *Argyrosomus regius* (Sciaenidae) in european estuaries. ASIH Annual Meetings. 11-16 de Julio de 2007. St Louis, Missouri, EE.UU.
63. Quémener L. 2002. Le maigre común (*Argyrosomus regius*). Biologie, pêche, marché et potentiel aquacole. Éditions Ifremer, Plouzané, Francia. 31 páginas.
64. Quéro JC. 1985. Le maigre, *Argyrosomus regius* (Asso) (Pisces, Sciaenidae) en Méditerranée occidentale". *Bulletin de la Société Zoologique de France* 114: 81-89.
65. Reagan RE. 1985. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico) – red drum. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82. 16 pp.
66. Rodríguez-Rúa A, Grau A, Jiménez MT, Valencia JM, Rosano M, Durán J, Pastor E, Cárdenas S. 2007. Cultivo larvario de la corvina *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). XI Congreso Nacional de Acuicultura, Xunta de Galicia. Vigo, 24-28 de septiembre de 2007.
67. Román-Rodríguez MJ, Hammann MG. 1997. Age and growth of totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Sciaenidae) in the upper Gulf of California. *Fishery Bulletin* 95: 620-628.

68. Saavedra M, Revilla E, Martín N, Cárdenas S. 2012. Engorde de corvina *Argyrosomus regius* y de lubina *Dicentrarchus labrax* en estanque de tierra con flujo continuo de agua. *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 14: 289-296.
69. Sandifer PA, Hopkins JS, Stokes AD, Smiley RD. 1993. Experimental pond grow-out of red drum, *Sciaenops ocellatus*, in South Carolina. *Aquaculture* 118: 217-228.
70. Segato S, Corato A, Fasolato L, Andrighetto I. 2005a. Effect of the partial replacement of fish meal and oil by vegetable products on performance and quality traits of juvenile shi drum (*Umbrina cirrosa* L.). *Ital. J. Anim. Sci.* 4: 159-166.
71. Segato S, Lopparelli RM, Borgoni N, Zanella L, Corato A, Andrighetto I. 2005b. Effect of dietary crude fat to NFE ratio on growth, feed efficiency and quality traits of juvenile shi drum (*Umbrina cirrosa*). *Cahiers Options Méditerranéennes* 63: 27-34.
72. Segato S, Fasolato L, Balzan S, Elia CA, Novelli E, Andrighetto I. 2008. Effect of dietary EE/NFE ratio on sensorial traits of juvenile shi drum. *Acta Agriculturae Slovenica*, suplement 2: 123-127.
73. Silberschneider V, Gray CA. 2005. Arresting the decline of the commercial and recreational fisheries for mullet (*Argyrosomus japonicus*). *Fisheries Final Report Series*, 82. NSW Department of Primary Industries. Australia.
74. Silberschneider V, Gray CA. 2008. Synopsis of biological, fisheries and aquaculture-related information on mullet *Argyrosomus japonicus* (Pisces: Sciaenidae), with particular reference to Australia. *J. Appl. Ichthyol.* 24: 7-17.
75. Soletchnik P, Thouard E, Goyard E. 1989. Intensive larval rearing trials of red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Martinique. *AQUACOP. IFREMER Actes de Colloque* 9: 661-675.
76. Sylvia PC. 2010. Mariculture of white seabass (*Atractoscion nobilis*) and CA yellowtail (*Seriola lalandi*) in Southern California (USA) and Baja California (Mexico). V FIACUI-III FIRMA. ExpoForum, Hermosillo (Sonora, México), 10-12 de noviembre de 2010.
77. Thoman ES, Davis DA, Arnold CR. 1999. Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 176: 343-353.
78. Thomas P, Boyd N. 1988. Induced spawning of spotted seatrout, red drum and orangemouth corvina (Family: Sciaenidae) with luteinizing hormone-releasing hormone analog injection. *Contributions in Marine Science* 30: 45-48.
79. Tomasso JR, Kempton CJ. 2000. Effects of salinity on production characteristics of red drum *Sciaenops ocellatus*. *J. Appl. Aquaculture* 10 : 67-71.
80. Turano MJ, Davis DA, Arnold DR. 2002. Optimization of growout diets for red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture Nutrition* 8: 95-101.

81. Ueng JP, Huang BQ, Mok HK. 2007. Sexual differences in the spawning sounds of the Japanese croaker *Argyrosomus japonicus* (Sciaenidae). *Zoological Studies* 46: 102-110.
82. Ureta M, Avalos P, Estrada C. 2009. Desarrollo de la tecnología de engorda de juveniles de corvina (*Cilus gilberti*) en balsas jaula en la IV Región, Coquimbo. Seminario Final de Difusión. del Proyecto InnovaChile-CORFO 05CR11PPD-12. Tongoy, Chile, 27 de Mayo de 2009. Boletín Informativo n° 2 de InnovaChile-CORFO, Mayo 2009.
83. Valverde SE, 2002. Desarrollo del sistema digestivo de larvas de corvina blanca, *Atractoscion nobilis* (Ayres, 1860) (Sciaenidae), y selección de fuentes proteicas adecuadas para su alimentación. Maestría en Ciencias, CICESE, Ensenada, Baja California, México.
84. Vojkovich M, Crooke S, 2001. White seabass. California's Marine Living Resources: A Status Report.
85. Waggy GL, Brown-Peterson NJ, Peterson MS. 2006. Evaluation of the reproductive life history of the Sciaenidae in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea: "greater" versus "lesser" strategies?. Páginas 263-282 en 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
86. Wurts WA, Stickney RR. 1993. Growth rates of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus* reared on commercial salmon feed in fresh and salt water. *Journal of the World Aquaculture Society* 24: 422-424.
87. Zaiss MM, Papadakis IE, Maingot E, Divanach P, Mylonas CC. 2006. Ontogeny of the digestive tract in shi drum (*Umbrina cirrosa* L.) reared using the mesocosm larval rearing system. *Aquaculture* 260. 357-368.