

Biología, dinámica poblacional y tasas de mortalidad y explotación pesquera de *Trachinus draco* en las Islas Baleares (Mediterráneo Occidental)



Antoni Camps Garmón
Dirigido por Enric Massutí

Índice:

Introducción	Pág. 3
Descripción de la especie.....	Pág. 4
Objetivos.....	Pág. 6
Importancia de estudiar esta especie.....	Pág. 6
Material y métodos	Pág. 7
Extracción.....	Pág. 9
Almacenamiento.....	Pág. 9
Lectura e interpretación.....	Pág. 10
Estudio estadístico.....	Pág. 14
Edad y crecimiento.....	Pág. 14
Reproducción.....	Pág. 15
Tasas de mortalidad y explotación pesquera....	Pág. 16
Resultados	Pág. 18
Edad y crecimiento.....	Pág. 18
Evolución del margen de los otolitos.....	Pág. 18
Relación talla-edad muestreada.....	Pág. 19
Relación talla-edad teórica y parámetros de crecimiento	
.....	Pág. 22
Relación talla-peso.....	Pág. 23
Reproducción.....	Pág. 24
Periodo de puesta y estado de madurez.....	Pág. 24
Análisis del sex-ratio.....	Pág. 26
Tasas de mortalidad y explotación pesquera.....	Pág. 28
Discusión	Pág. 34
Conclusiones	Pág. 37

Anexos	Pág. 38
Microestructura del otolito.....	Pág. 38
Índice de fotos gráficas y tablas.....	Pág. 41
Bibliografía	Pág. 43

Introducción:

La determinación de la edad y crecimiento de los peces es un paso fundamental para estudiar la biología de las especies y la regulación de su explotación pesquera, por ser la base de los modelos de dinámica de poblaciones utilizados en el análisis de pesquerías.

La determinación de la edad en los peces permite conocer el crecimiento, mortalidad, reclutamiento y otros parámetros biológicos y dinámicos de la población y analizar así la influencia de los distintos factores sobre la misma.

La determinación del crecimiento requiere la obtención de una expresión que relacione el tamaño del cuerpo, expresado como una variación de una dimensión cualquiera del mismo, en función de la edad (crecimiento absoluto). Todo estudio de este tipo comienza con la comprobación de si un cambio de tamaño conlleva un cambio de forma, a partir de una relación peso/talla (crecimiento relativo). La edad se ha estudiado a partir de un método anatómico, por la enumeración de las marcas rítmicas de crecimiento formadas en los otolitos de 1200 individuos.

La determinación de los sexos y sus fases de maduración gonadal proporcionan conocimientos fundamentales de la biología de una especie. Los resultados de estos estudios sirven para establecer la edad y la talla a la que la especie alcanza la madurez sexual, la duración de su ciclo reproductor y el periodo de puesta. En especies sometidas a explotación, como es el caso de *Trachinus draco*, esta información se utiliza, junto con estimaciones de la fecundidad, para conocer el potencial reproductor del stock y la edad óptima de primera captura, ambos aspectos muy importantes para la regulación de la actividad pesquera.

La mortalidad total, que afecta a los individuos de las diferentes clases de edad presentes en una población, la consideramos formada por dos componentes: la mortalidad por pesca, debida a la eliminación de individuos de la población al ser capturados por un arte de pesca que actúa sobre ella, y la mortalidad natural debida a otras causas (como la depredación, enfermedades, etc.).

La tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) es la proporción de individuos de una cohorte que muere debido a la actividad pesquera en un período de tiempo corto. La

tasa instantánea de mortalidad natural (M) es la proporción de individuos de una cohorte que muere por causas diferentes a la actividad pesquera en un período de tiempo corto y la tasa instantánea de mortalidad total (Z) es la proporción de individuos que muere en una cohorte sea cual sea la causa, en un período de tiempo corto.

Descripción de la especie

El *Trachinus draco* pertenece a la **clase osteichthyes**. Es un pez de esqueleto óseo y con mandíbulas formadas por huesos dérmicos articulados. La piel está recubierta de escamas dérmicas aplanadas y es muy mucosa. Las branquias se encuentran en una sola cámara que está cerrada por el opérculo. Tienen vejiga natatoria. Las aletas pelvianas no forman órganos copuladores y la fecundación es externa. Todos los osteichthyes son especies ovíparas. Forman parte del **orden perciforme**, por lo que las escamas que cubren su cuerpo son escamas ctenoides. Poseen dos aletas dorsales, siendo la primera de radios espinosos. Las aletas pelvianas se encuentran en posición yugular o torácica, presentando un radio espinoso y cinco o menos segmentados. La aleta caudal está bien desarrollada y las aletas pectorales situadas a media altura del cuerpo. Pertenece al **suborden trachinoidei**, presentando unas glándulas venenosas conectadas a los radios espinosos de la primera aleta dorsal. Sus ojos se sitúan en posición dorsal. Tienen las aletas ventrales yugulares y suelen vivir enterrados en la arena. La **familia** es **trachinidae**, cuyas características son: cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Con escamas cicloides pequeñas. Cabeza pequeña y hocico corto. Boca grande, oblicua y protráctil. Dientes pequeños y agudos. Ojos grandes, en posición casi dorsal y muy próximos entre sí. Opérculo con una fuerte espina dirigida horizontalmente. Primera aleta dorsal corta y con radios espinosos. Segunda aleta dorsal muy larga y con radios segmentados. Aleta anal opuesta y de semejante longitud que la segunda dorsal. Aletas ventrales yugulares.

Si nos referimos a la descripción de la especie cuestión de estudio, cabe añadir que puede alcanzar hasta 40 cm. de longitud (aunque no se ha estudiado ningún ejemplar de estas dimensiones en el mar Mediterráneo) y su coloración es amarillenta o castaño claro con franjas oblicuas transversales y discontinuas de colores pardos azules y amarillos. Tienen la porción anterior de la primera aleta dorsal de color negro. Cuerpo recubierto de pequeñas escamas cicloides, presentando unas 80 escamas en la línea

lateral, que es recta, elevada y paralela al perfil del dorso. La cabeza es pequeña pero bien definida, con el hocico romo. Boca grande y oblicua, con la mandíbula inferior algo más adelantada: con dientes pequeños. Ojos grandes y como he comentado anteriormente, situados casi dorsalmente y bastante juntos entre si. Opérculo con una fuerte espina venenosa, siendo también venenosos los primeros radios de la primera aleta dorsal. Con las aletas propias de la familia. La fórmula radial de las aletas es: ID V-VII; IID 29-32; A II.27-34; V I.5; P 15-16.



Foto.1: Ejemplar de *Trachinus draco*

Es una especie que se reproduce durante la primavera y el verano, entrando sus larvas y huevos a formar parte del plancton. Su alimentación se basa en peces y crustáceos. Se pesca con trasmallo, palangre y redes de arrastre. Aunque su carne no es de las más apreciadas se comercializa en abundancia (Calvín Calvo, 2000).

Su hábitat se encuentra en el infralitoral y circalitoral, apareciendo en fondos de arena, fango o detríticos (tanto del Mediterráneo como del Atlántico) donde se entierra frecuentemente. Vive desde áreas costeras hasta 300 metros de profundidad. En verano es más común encontrarlo en una profundidad de 5 a 10 metros y en invierno migra a zonas más profundas (Relini G., Bertrand J., Zamboni A., 1999).

Objetivos:

Los objetivos generales del presente trabajo de investigación son la aportación de datos básicos para el conocimiento de la biología de *Trachinus draco* en las Islas Baleares, así como el análisis de su explotación.

De una forma más detallada los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Determinar la estructura en clases de talla y edad de la población.
- Estudiar el crecimiento individual en talla y peso y calcular los parámetros de crecimiento de la población.
- Determinar la época de puesta de la especie en el Mediterráneo occidental, así como la talla y edad de primera madurez.
- Analizar las capturas y la fracción de la población explotada en las Islas Baleares.

Importancia de estudiar esta especie

Es importante conocer la biología de esta especie debido a su abundancia en la plataforma, motivo por el que es una especie que también abunda tanto en la morralla como en el arte menor (palangre) y en la pesca recreativa de zonas arenosas, como es el caso de la pesca del raó (*Xyrichtys novacula*). Esta especie tiene un alto valor tanto en peso de desembarque como en dinero comercializado.

No hay que olvidar que un estudio de estas características centrado en esta especie y en el mar Mediterráneo no tiene muchos antecedentes. Por lo que dota a este trabajo de mayor importancia.

Material y Métodos

Durante el período del 12 de enero de 2001 al 16 de diciembre del 2002 se recogieron muestras a partir de distintas campañas oceanográficas (en abril y septiembre del 2001 y mayo del 2002) y de compras en la lonja del puerto de Palma de Mallorca. Para el muestreo biológico se aplicó una metodología de estudio estándar creando una tabla con diversa información, tal como: fecha de captura, peso individual en gramos, longitud total (talla) tomada en milímetros, sexo, peso gonadal en décimas de gramo, estado de madurez sexual y peso eviscerado en gramos. A parte, se extrajeron los otolitos de la mayoría de ejemplares para, con posterioridad, determinar su edad. A partir de la cual se puede determinar la estructura en clases de talla y edad de la población.

Por otra parte se han utilizado datos procedentes de otras cinco campañas, las cuales pueden dividirse en dos grupos: las realizadas en abril del 2004, junio del 2005 y mayo del 2006, y por otra parte las realizadas en octubre del 2004 y septiembre del 2005. La división es debida a la época del año en que se realizaron las campañas. Con estos datos se ha realizado la investigación de las tasas de mortalidad y explotación pesquera y la estimación de parámetros de crecimiento a partir de las tallas (ya que en este caso únicamente se midió la longitud de cada individuo, no se les extrajeron los otolitos ni se tomaron otros datos biológicos, como podría ser por ejemplo el estado de sus gónadas).

La zona de captura de los individuos de *Trachinus draco* a partir de los cuales se ha realizado este estudio se limita a los alrededores de la isla de Mallorca (la isla más grande del archipiélago balear) situada en la cuenca occidental del Mar Mediterráneo.



Foto.2: Foto aérea de las Islas Baleares. El círculo rojo corresponde a la zona de captura de los ejemplares de *Trachinus draco* que se han utilizado para llevar a cabo este estudio.

Esta especie, *trachinus draco*, ha sido poco estudiada en el Mediterráneo, así que la información preliminar sobre su biología y dinámica poblacional no cuenta con una amplia bibliografía, al contrario de lo que ocurre con otras especies. Por otra parte, se ha utilizado como referencia un estudio publicado en el ICES Journal of Marine Science: “The biology of the greater weever (*Trachinus draco*) in the commercial fishery of the Kattegat”. Este estudio fue realizado por Bagge, O. y se publicó en el 2004.

Debido a que mi estudio se ha centrado en la lectura de otolitos y posterior análisis estadístico a partir de los resultados de edad obtenidos, los métodos explicados se van a centrar en la extracción, almacenamiento y lectura de dichos otolitos. Para acabar con este apartado se va a explicar como se ha hecho el estudio estadístico (programa y fórmulas utilizadas).

Extracción

Los otolitos deben extraerse inmediatamente después de la muerte del pez, cuando esto no es posible, los peces deben congelarse o fijarse debidamente para evitar la pérdida de las estructuras de crecimiento presentes en los otolitos. Las larvas y juveniles deben manipularse con mayor precaución, dado que la mayor proporción entre la superficie y el volumen de sus otolitos los hace más susceptibles a la degradación.

Al conservar los peces se produce cierta disminución del tamaño del cuerpo, lo que es especialmente importante en larvas y juveniles. La reducción del tamaño del cuerpo es proporcional a la talla del pez, el tiempo de conservación y del conservante utilizado. En juveniles (y larvas) se debe, además, tener en cuenta el tiempo transcurrido entre la muerte y la fijación. (Beatriz-Morales Nin, 1991).

La extracción de cada par de otolitos se realiza mediante un corte, en la parte posterior del cráneo, que permita acceder a las cámaras óticas y extraer los otolitos con unas pinzas. La posición del corte depende de la especie. En este caso se ha utilizado un corte transversal a la altura del preopérculo. Este método suele ofrecer buenos resultados en una amplia gama de especies.

Para limpiar los tejidos adheridos al otolito pueden frotarse suavemente entre los dedos, o con la ayuda de las pinzas bajo la lupa. La inmersión en una solución al 5% de hipoclorito de sodio facilita la limpieza. Aunque en este caso dicha inmersión no fue necesaria.

Almacenamiento

Los otolitos deben almacenarse de manera que se asegure su conservación e identificación y optimice el coste y el espacio de almacenamiento. Como los otolitos son cuerpos acelulares con una proporción pequeña de materia orgánica, el riesgo de descomposición es mínimo. Sin embargo, las estructuras de crecimiento son más visibles en los otolitos recién colectados. Por tanto, es mejor leerlos a la mayor brevedad posible, aunque si se almacenan bien, como he comprobado, pueden leerse sin gran dificultad pasados unos años de su extracción.

Los otolitos pueden almacenarse en seco dentro de pequeños sobres o viales, con la debida referencia, o en algún líquido conservador, que no debe alterar la composición y la claridad de los otolitos aún tras periodos largos de permanencia en él. Generalmente se emplea agua, glicerina o mezcla de alcohol y glicerina. No hay que olvidar que la glicerina puede difuminar los anillos en los otolitos poco compactos o formar una capa opaca sobre la superficie, por lo que su uso, aunque extendido, debe realizarse con precaución. (Beatriz Morales-Nin, 1991).

En este caso, los otolitos se encontraban guardados desde hacia 7 u 8 años en un líquido conservador, concretamente una mezcla de alcohol y glicerina. Cabe remarcar que alguno de ellos tenia una capa ligeramente opaca sobre la superficie la cual dificultaba o impedía su interpretación.

Lectura e interpretación

Para mejorar la lectura de dichos otolitos, alrededor de unas 24 horas antes de empezar el proceso de lectura se sacaron los otolitos de los viales donde se encontraban y de su líquido conservador dejándolos secar.

La lectura se realiza a través de la observación con una lupa de la presencia de anillos de crecimiento lento y de crecimiento rápido, translúcidos y opacos respectivamente. La observación se realiza en los otolitos enteros (si están rotos juntando las distintas partes) sumergiéndolos en una placa de Petri negra, con un líquido aclarante. En este caso el líquido aclarante, seleccionado después de varias pruebas, fue una mezcla de alcohol y glicerina, con mayor proporción de alcohol que glicerina, 75% y 25% respectivamente.

La ampliación a que debe realizarse la observación depende de la claridad en que puede leerse cada otolito, aunque en todos los casos, es mejor observarlos con el mínimo aumento posible para obtener una imagen de conjunto y determinar la continuidad de los anillos en torno del otolito.

La iluminación utilizada fue de tipo incidente, causando que los anillos hialinos (los anillos translúcidos) apareciesen más oscuros ya que se trasparenta el fondo de la placa de Petri negra.

En las fotografías que se encuentran a continuación los anillos hialinos están marcados con un punto rojo:



Foto.3: Otolito de un individuo de *Trachinus draco* de 165 mm. y 3 años de edad.



Foto.4: Otolito de un individuo de *Trachinus draco* de 192 mm. y 4 años de edad.



Foto.5: Otolito de un individuo de *Trachinus draco* de 197 mm. y 4 años de edad.



Foto.6: Otolito de un individuo de *Trachinus draco* de 223 mm. y 5 años de edad.



Foto.7: Otolito de un individuo de *Trachinus draco* de 255 mm. y 7 años de edad.

La interpretación de los otolitos requiere la identificación de los anillos anuales que deben diferenciarse por su claridad y por su formación regular en torno de todo o de gran parte del otolito. Lo primero que hay que hacer es interpretar el primer anillo de crecimiento lento. Esta tarea viene dificultada por la presencia de anillos intranucleares y por la variación de la opacidad en la zona central del otolito con la edad. Aunque en los otolitos de *Trachinus draco* el aumento de la opacidad es reducido, por lo que la disminución de la visibilidad de los anillos nucleares facilita la identificación del primer anillo. Por otro lado, no hay que olvidar que en los otolitos procedentes de ejemplares de gran talla, es necesario observar cuidadosamente las zonas marginales para no infravalorar la edad.

Estudio estadístico

El tratamiento de los datos se ha hecho con Microsoft Excel (para calcular el porcentaje de márgenes opacos en los otolitos, el sex-ratio y representar distintas gráficas) y con un lenguaje estadístico llamado *R*. Dicho lenguaje es de distribución gratuita y es actualizado continuamente. En los últimos años su uso se ha extendido mucho entre los investigadores. Para facilitar el estudio de crecimiento en talla, entre otros, se ha utilizado *inbio*, que es un paquete de rutinas semi-automático que facilita la utilización de *R*.

Edad y crecimiento:

Para calcular el crecimiento en talla (crecimiento absoluto) se ha utilizado una rutina que calcula el crecimiento en talla ajustando la ecuación de von Bertalanffy, por estimación no-lineal y mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton).

Para el crecimiento en talla la ecuación de von Bertalanffy empleada es:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

donde:

L_∞ = talla máxima teórica (longitud infinita). Se ha considerado como longitud infinita 35 cm en las hembras y 30 en los machos. Se ha calculado probando distintos valores, eligiendo el que daba el sumatorio de diferencias más pequeño, entre los valores medios de las tablas talla-edad obtenidas del muestreo, y los valores obtenidos con la ecuación von Bertalanffy.

K = coeficiente de crecimiento;

t = edad en años;

t_0 = edad en años para una talla teórica: 0;

También se han estimado los parámetros de crecimiento utilizando el programa FISAT II a través de la rutina ELEFAN I, la cual se usa para identificar la mejor curva de crecimiento que mejor ajusta un conjunto de distribución de tallas, utilizando el valor de R_n como criterio. Dicho valor (R_n), mide la bondad del ajuste, por lo que el valor más elevado de R_n nos determina cuál es el mejor ajuste. Para realizar el análisis se introduce el rango de L_∞ y K en que queremos que calcule R_n para así buscar el que mejor se ajusta. También se introducen dos parámetros estacionales: C y WP. C representa la amplitud de la oscilación estacional de la curva de crecimiento, es decir, las alteraciones que hay en el crecimiento en diferentes épocas del año. En cambio, WP representa la época del año en que el crecimiento es más lento. Una entrada de C igual a cero pone automáticamente el WP a cero.

Para estudiar la relación peso-talla o crecimiento relativo, se utiliza la relación potencial $P = a L^b$. donde P y LT representan las magnitudes somáticas consideradas (peso y longitud respectivamente) y “a” y “b” son parámetros. El parámetro “b”, el cual se estima (al igual que “a”) por métodos estándar de regresión, nos permite conocer si la relación entre P y LT es alométrica o isométrica.

Reproducción:

Para determinar la época de puesta y la talla y edad de primera madurez se han utilizado los datos de muestreo biológico (sexo, estado de madurez y peso gonadal), confeccionando los correspondientes ficheros, teniendo en cuenta que tanto el sexo como la madurez se determinaron por observación macroscópica, adaptando una escala de cuatro estados de madurez para las hembras (post-puesta, maduro, pre-puesta, inmaduro) y dos estados para los machos (maduro e inmaduro). Finalmente se determinaron los porcentajes de madurez por talla para cada sexo, a fin de determinar la talla de primera madurez al 50%. Siendo esta la talla a la que le 50% de los individuos han alcanzado la madurez en algún momento, realizando un ajuste de los datos sobre una normal acumulada.

Para calcular dicha talla de primera madurez se utilizó la rutina madurez del programa estadístico R. Esta rutina calcula la talla y la edad de madurez sexual aplicando un “glm¹” con errores binomiales (¹regresión logística, basado en un modelo lineal generalizado). Mediante “bootstrap no paramétrico²” (²método estadístico para estimar la variancia. Mide el nivel de confianza y exactitud de parámetros estadísticos) estima los coeficientes de variación de: los parámetros de las funciones, de la talla (L50) y la edad (A50) a la que el 50% son maduros. Para hacer estos cálculos y evitar errores hay que seleccionar un rango de meses (no todo el año) con los cuales va a hacerse el análisis con R. esta selección se hace en función del porcentaje, en cada mes, de los distintos estados de madurez sexual de la especie. Así no se tendrán en cuenta esos meses de inactividad sexual, en los cuales individuos sexualmente maduros pasarían desapercibidos.

Tasas de mortalidad y explotación pesquera:

Para realizar los estudios de tasas de mortalidad y explotación se ha utilizado otro programa de gestión de recursos pesqueros, también de distribución gratuita, llamado FISAT II. Este programa informático relaciona distintas metodologías permitiendo así formular distintas opciones de gestión pesquera.

El programa nos permite calcular a partir de distintas funciones de estimación de la mortalidad la mortalidad total (Z) y la mortalidad natural (M). Podemos obtener M y Z

a partir del conocimiento previo de los parámetros de crecimiento de la especie (L_{∞} y K) de la temperatura media del hábitat (13 °C) y del análisis de la curva de capturas basada sobre la distribución de la frecuencia de tallas. A partir de estos datos (M y Z), con una sencilla relación de fórmulas matemáticas podemos calcular la explotación pesquera (E), que nos explica cual es la representación de la mortalidad pesquera dentro de la mortalidad total. Las fórmulas que nos permiten relacionar estos conceptos son las siguientes:

$$Z = M + F \quad (F \rightarrow \text{mortalidad por pesca})$$

$$E = F/Z$$

Para explicar de una forma resumida como a partir de unos datos de número de individuos (y tallas obtenidos en campañas) y de la relación de individuos de *Trachinus draco* (por lo que hace a su talla y edad) se puede obtener la explotación pesquera, se ha de hacer la siguiente relación:

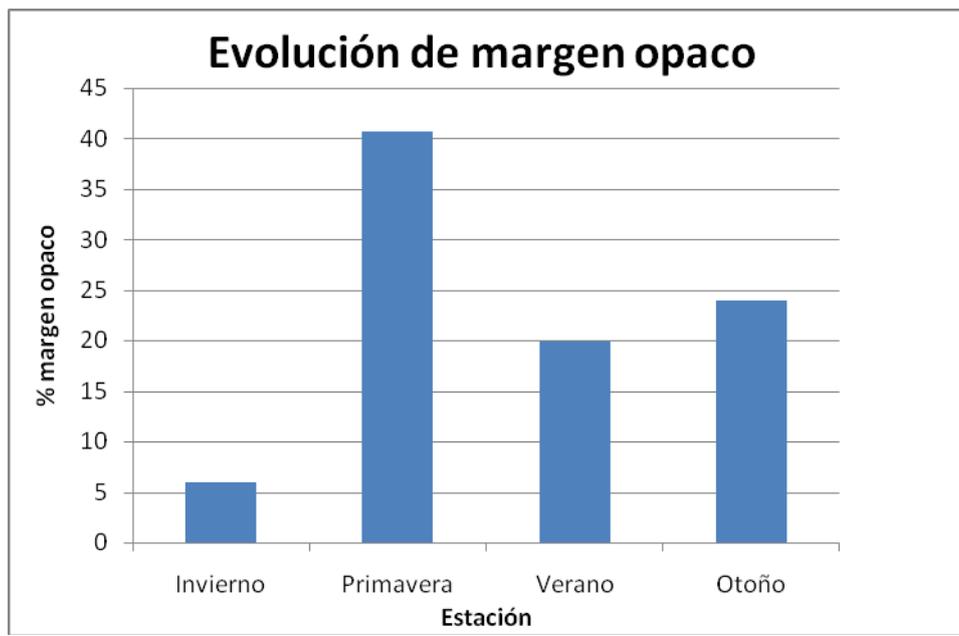
A partir de la corva de crecimiento talla/edad para estudiar la dinámica poblacional, podemos obtener la tasa instantánea de mortalidad natural. Con lo que podremos estudiar la estructura poblacional, a partir de la cual podremos estudiar la tasa de mortalidad total. Y al relacionar la tasa de mortalidad natural y la tasa de mortalidad total podremos obtener el índice de explotación pesquera.

Resultados

Edad y crecimiento:

Evolución del margen de los otolitos

En los otolitos se observó el modelo típico para peces teleósteos: anillos translúcidos y opacos alternadamente, a partir del núcleo y anillo demersal. La evolución en el tiempo de la incidencia de material opaco y translúcido (o hialino) en el margen del otolito, sugiere que los anillos anuales (formados por un anillo opaco y otro hialino) forman la parte opaca durante la primavera, disminuyendo de forma más o menos progresiva hasta llegar a un mínimo de márgenes opacos durante los meses de invierno.



Gráfica. 1: Porcentaje de ejemplares muestreados con margen opaco para cada estación.

La edad de los ejemplares de *Trachinus draco* machos oscila entre 1 y 8 años. La de las hembras entre 1 y 9 años. Aunque en ambos sexos predominan las clases de edad 3 y 4. También se han muestreado muchos ejemplares hembra de 5 años, clase de edad que en los machos no tiene tanta relevancia como en las hembras.

Relación talla-edad muestreada

En las tablas que hay a continuación puede observarse la relación talla-edad y en número exacto de ejemplares muestreados para cada una de las tallas y cada una de las edades.

Total cm / edad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9-10	1									
10-11		5								
11-12		5								
12-13		9	3							
13-14		5	18							
14-15		1	35	2						
15-16			53	29						
16-17			12	90	2					
17-18			3	120	12					
18-19			1	85	46	1				
19-20			1	18	135	3				
20-21				5	120	9				
21-22				3	58	57	1			
22-23					12	77	4	1		
23-24					1	30	34	2		
24-25						4	23	7	1	
25-26						1	6	14	1	
26-27						1	2	2	4	
27-28							1	3	5	
28-29									3	
29-30								2	3	2
33-34										1
n	1	25	126	352	386	183	71	31	17	3
media	9.8	12.2	15.0	17.4	20.0	22.2	24.0	25.6	27.4	31.0
desvest		1.20	1.10	1.12	1.12	0.99	0.92	1.49	1.48	2.29

Tabla. 1: Relación talla-edad de todos los ejemplares de *Trachinus draco* muestreados.

En total se muestrearon 1195 ejemplares, de los cuales 676 son hembras, 480 machos y en 39 individuos no se pudo determinar el sexo al que pertenecen.

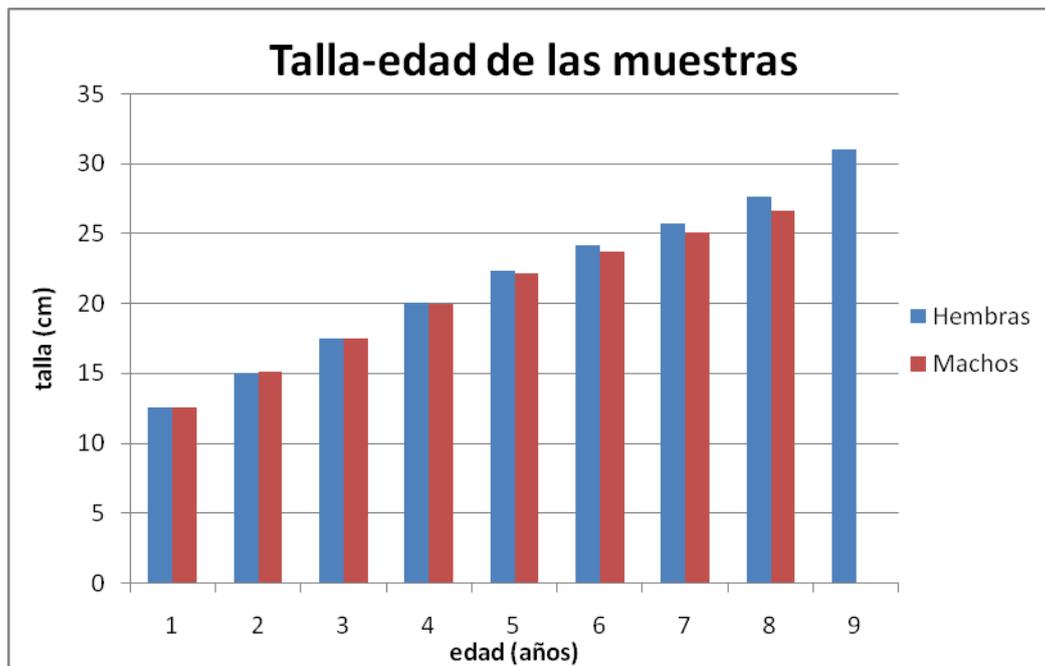
Hembras cm / edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10-11	1								
11-12	2								
12-13	5	1							
13-14	2	8							
14-15	1	18							
15-16		26	14						
16-17		4	39	1					
17-18		2	63	7					
18-19		1	46	24	1				
19-20			6	78	2				
20-21			3	76	5				
21-22				32	32				
22-23				10	47	4	1		
23-24				1	22	21			
24-25					2	17	6		
25-26					1	6	10	1	
26-27					1	2	2	3	
27-28						1	2	5	
28-29								3	
29-30							2	3	2
33-34									1
n	11	60	171	229	113	51	23	15	3
media	12.5	15.0	17.5	20.0	22.3	24.1	25.7	27.6	31.0
desvest	1.04	1.041	1.027	1.125	1.053	0.989	1.521	1.374	2.294

Tabla. 2: Relación talla-edad de las hembras de *Trachinus draco*.

Machos cm / edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10-11	1								
12-13	3								
13-14	2	6							
14-15		16	2						
15-16		23	13						
16-17		8	46	1					
17-18		1	53	5					
18-19			39	21					
19-20		1	12	53	1				
20-21			2	44	3				
21-22			3	25	25	1			
22-23				2	30				
23-24					8	13	2		
24-25					2	6	1	1	
25-26							3		
26-27								1	
27-28							1		
n	6	55	170	151	69	20	7	2	0
media	12.5	15.1	17.5	19.9	22.1	23.7	25.0	25.6	
desvest	1.352	1.075	1.212	1.128	0.85	0.664	1.486	1.061	

Tabla. 3: Relación talla-edad de los machos de *Trachinus draco*.

La longitud de los individuos muestreados oscila entre 9 y 34 centímetros. Los machos de mayor longitud miden aproximadamente 28 centímetros, en cambio, las hembras llegan a los 34 centímetros.

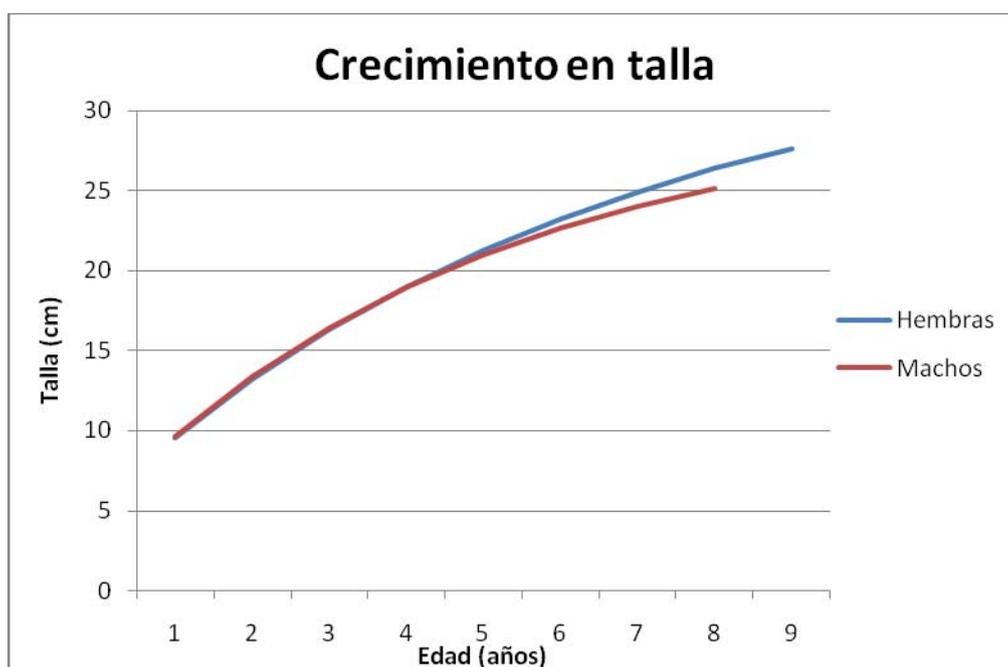


Gráfica. 2: Comparación de la talla media, obtenida del muestreo, en hembras y machos para las distintas edades.

Podemos observar cómo a partir del cuarto año de vida, los valores medios en centímetros para cada clase de edad dejan de ser semejantes entre machos y hembras, pasando a obtener un mayor crecimiento en las hembras, obteniendo una diferencia más amplia en las clases de edad más altas.

Relación talla-edad teórica y parámetros de crecimiento

Para calcular el crecimiento en talla teórico se ha fijado la L_{∞} para acercarse, al máximo, al modelo estadístico a la realidad de los individuos muestreados. L_{∞} se interpreta como “la talla media de un pez muy viejo, en sentido estricto: infinitamente viejo”. Como las longitudes máximas obtenidas para hembras y machos tienen una diferencia representativa se han fijado dos L_{∞} distintas: 30 cm y 35 cm para machos y hembras respectivamente.



Gráfica. 3: Crecimiento en talla para las distintas clases de edad, para hembras y machos, a partir de la ecuación de von Bertalanffy. Se observa como al igual que en la comparación de la talla media obtenida del muestreo, que hasta el cuarto año las diferencias de longitud entre machos y hembras son insignificantes. A partir de dicho año las hembras alcanzan mayor longitud

Los valores obtenidos de K , que es el parámetro de curvatura que determina la rapidez con la que el pez alcanza L_{∞} , son valores bajos en los dos sexos. En las hembras K tiene un valor de 0,154 y en los machos K es igual a 0,203. Si realizamos el mismo cálculo para ambos sexos conjuntamente obtenemos una $K= 0,149$ (con una L_{∞} de 35 centímetros).

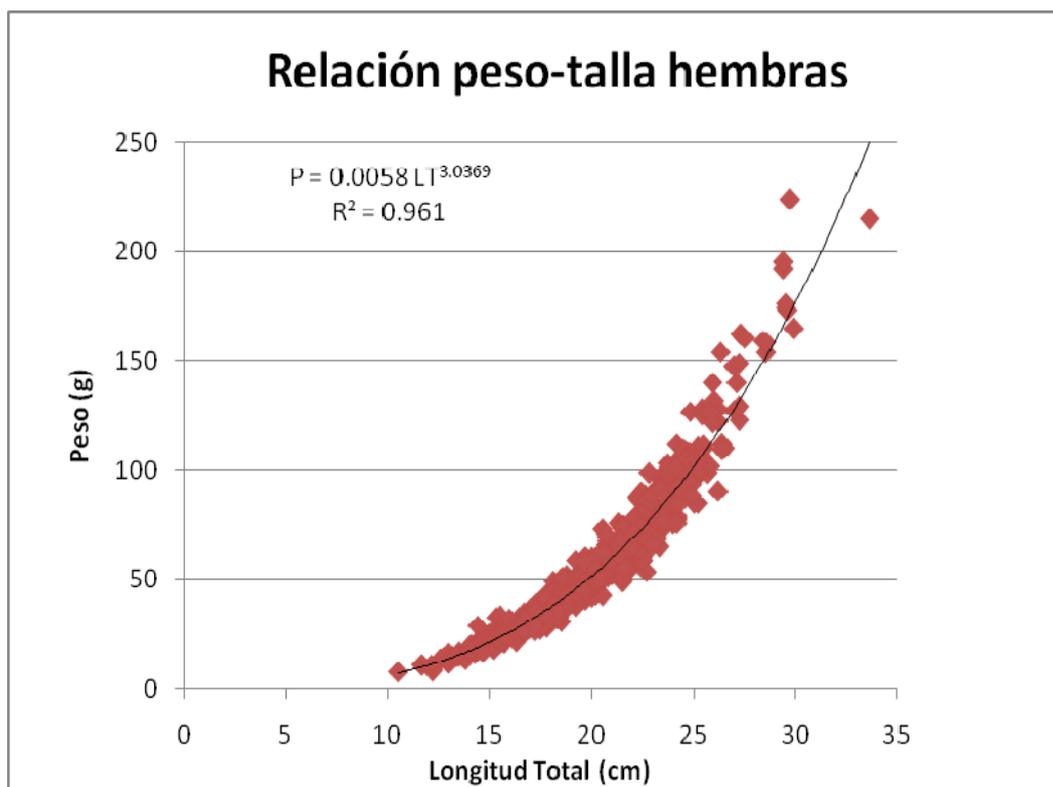
Al estimar los parámetros de crecimiento a través del programa FISAT II con la rutina ELEFAN I se han introducido los valores de los parámetros estacionales

$$C = 0,25 \text{ y } WP = 0,15.$$

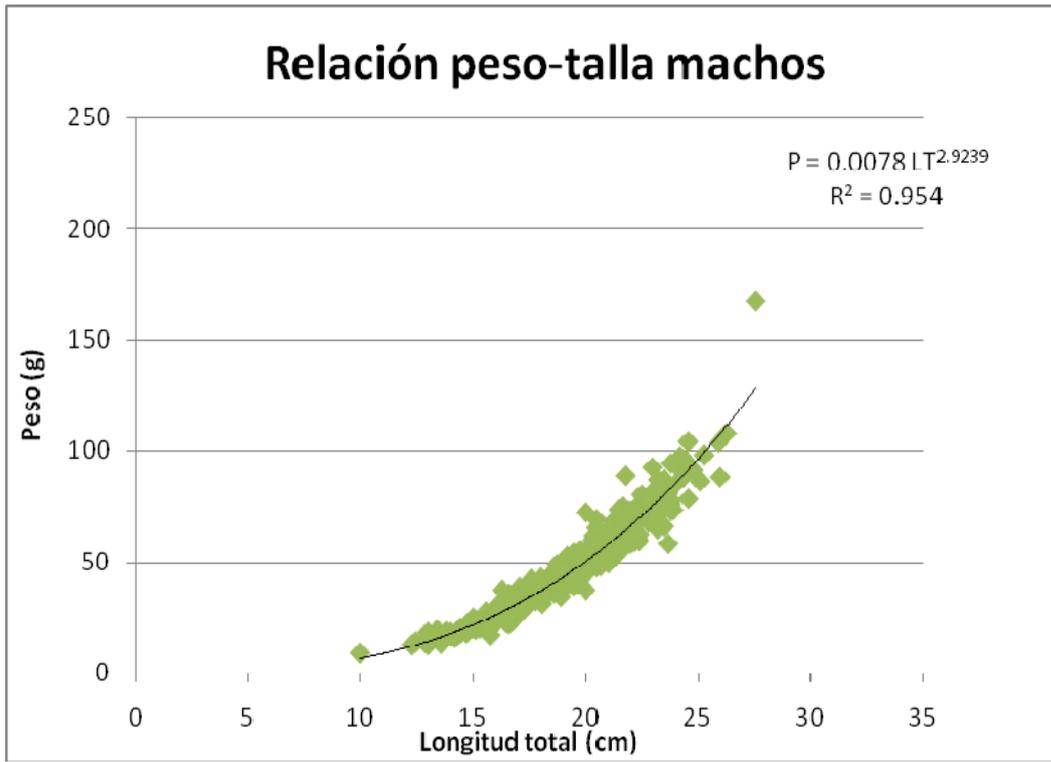
Obteniendo como mejor resultado una $L_{\infty} = 35,5$ y una $K = 0,13$ relacionados con una $R_n = 0,179$.

Relación talla-peso

Al relacionar el peso y la talla de machos y hembras por separado, obtenemos las siguientes gráficas:



Gráfica. 4: Relación entre el peso y las talla de las hembras de *Trachinus draco*.



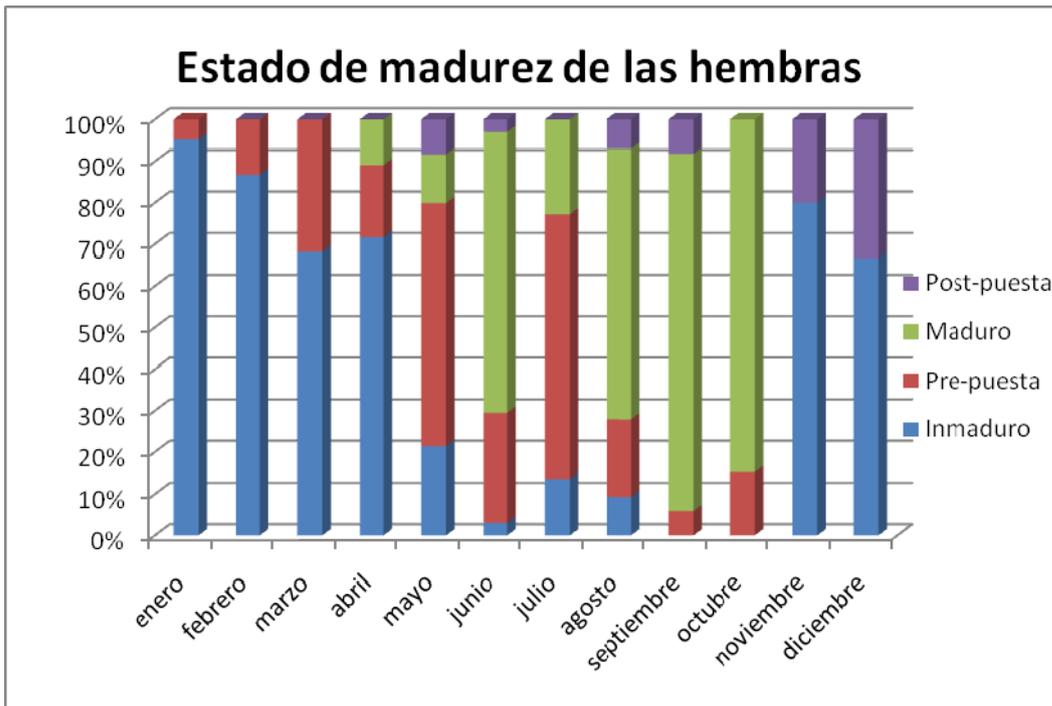
Gráfica. 5: Relación entre el peso y las talla de los machos de *Trachinus draco*.

Como podemos ver las hembras tienen una mayor longitud (como hemos visto en resultados anteriores) que está directamente relacionada con un mayor peso.

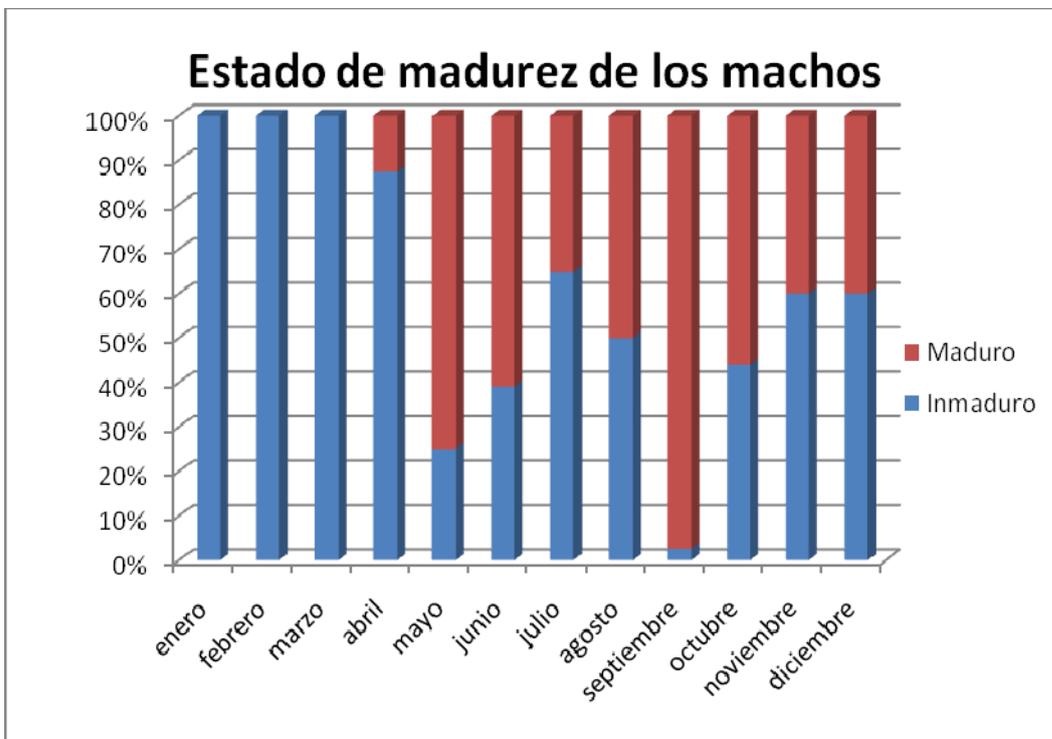
Reproducción

Periodo de puesta y estado de madurez

El periodo de puesta de esta especie se ha analizado a partir del porcentaje, por meses, de ejemplares inmaduros y maduros (en el caso de los machos), y de inmaduros, pre-puesta, maduros y post-puesta (en el caso de las hembras). Esta diferencia en el análisis de hembras y machos se debe a la dificultad de diferenciar el estado de pre-puesta y post-puesta en los machos.



Gráfica. 6: Estado de madurez de las hembras de *Trachinus draco*, y sus diferentes estados, en porcentajes por meses.



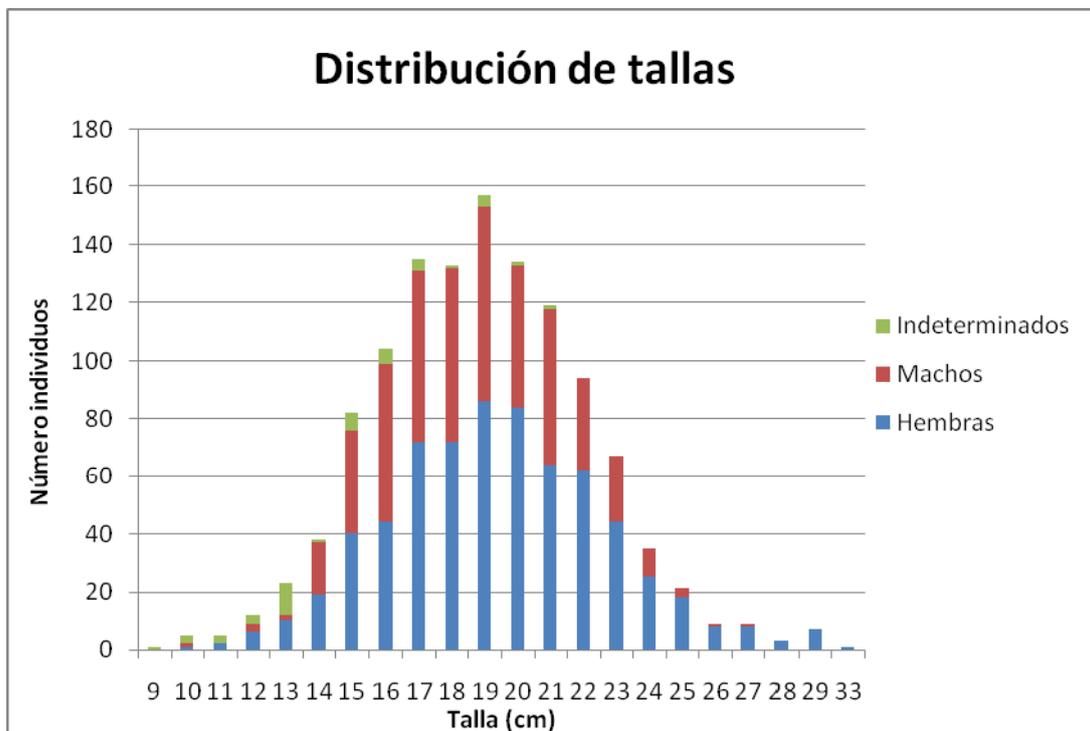
Gráfica. 7: Estado de madurez de los machos de *Trachinus draco* distribuido en porcentaje de individuos maduros en cada uno de los meses del año.

Si observamos los dos gráficos de madurez, para machos y hembras, se ve la coincidencia, en el tiempo, entre el periodo de madurez de ambos sexos. Dicho periodo va de mayo a octubre.

Respecto a la edad en que maduran, los machos maduran antes que las hembras. El 50% de las hembras son maduras a los 2,44 años de edad, con una longitud media de 15,02 cm. En cambio los machos llegan al 50% de la población madura a los 1,8 años, con una longitud media de 14,77 cm.

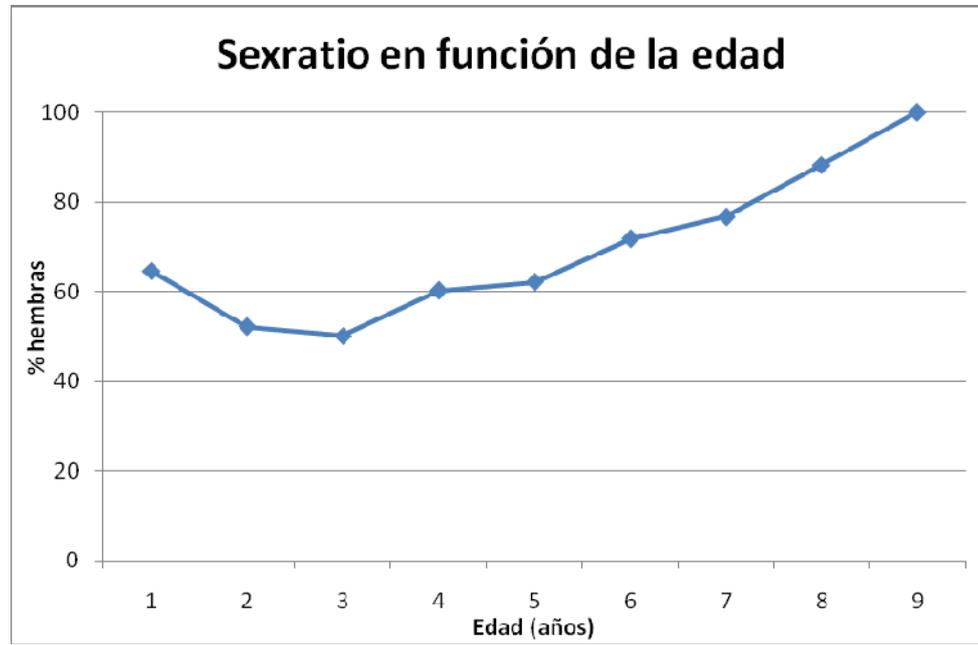
Análisis del sex-ratio

Al analizar las diferencias en el sex-ratio (o razón sexual) simplemente con una distribución de tallas observamos como los valores más altos corresponden en su mayoría a hembras.



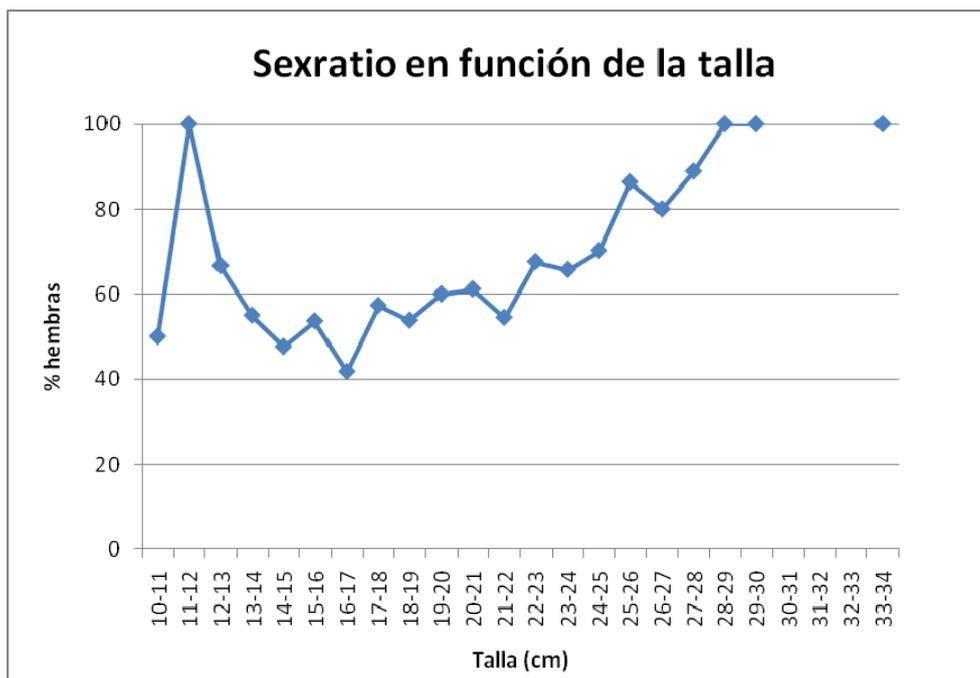
Gráfica 8: Distribución de tallas comparativa entre hembras, machos e individuos indeterminados para los 1195 ejemplares a los que se les ha realizado el estudio de talla/edad.

La relación total de los ejemplares muestreados por lo que hace a sexos es de 1,4 hembras por cada macho, independientemente de la clase de edad a la que pertenezcan. Si analizamos el sex-ratio para cada clase de edad obtenemos los siguientes resultados:



Gráfica. 9: Evolución del porcentaje de hembras con la edad de los ejemplares.

Se observa fácilmente como a partir del cuarto año de vida, a parte de predominar, aumentan las hembras en cada clase de edad, hasta el punto de llegar a un 100% de hembras en la clase de edad de 9 años. Seguramente debido a la escasez de individuos muestreados de dicha edad.

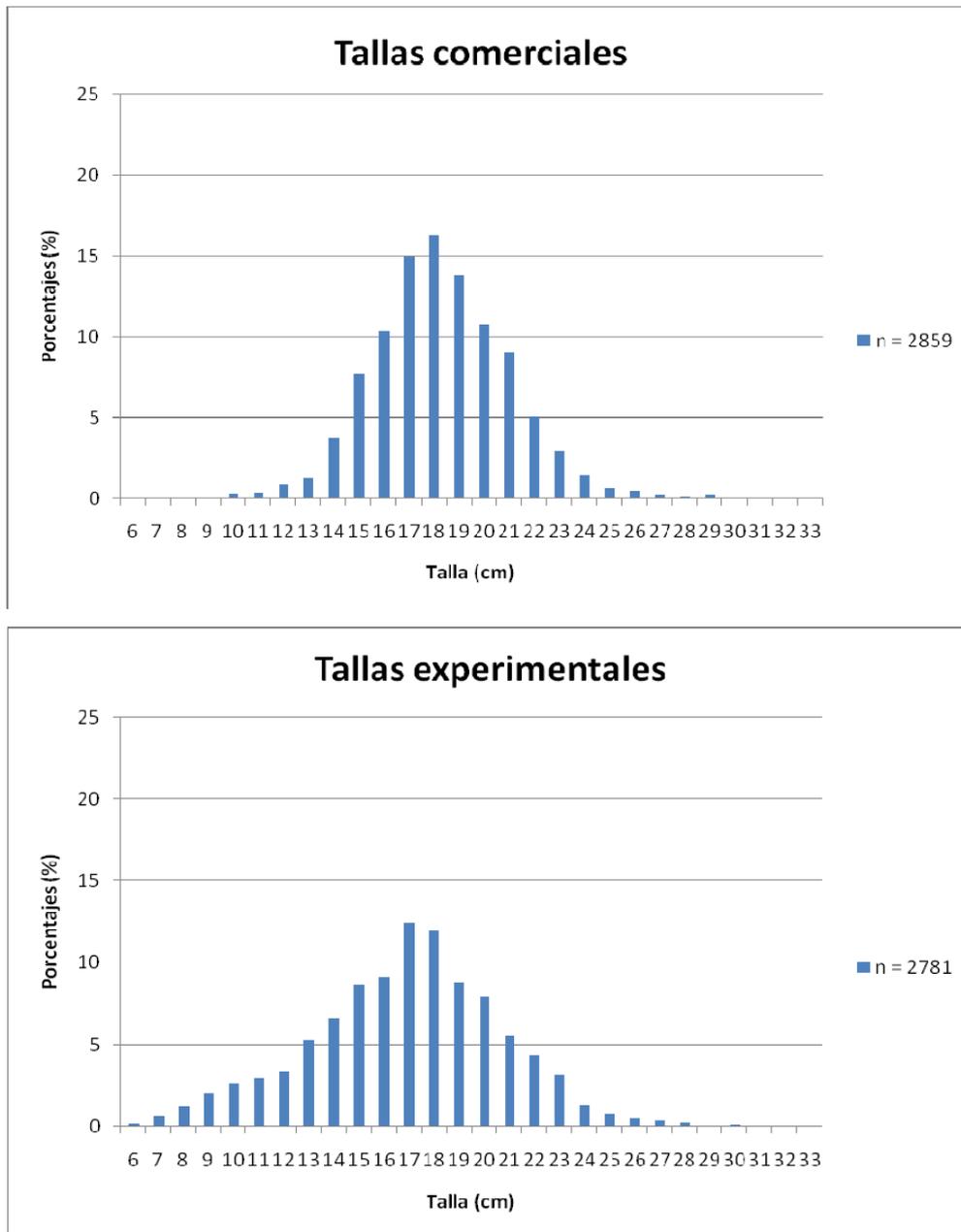


Gráfica. 10: Evolución del porcentaje de hembras con la talla de los ejemplares.

El gráfico del sex-ratio en función de la talla se observa como al aumentar la talla aumenta el porcentaje de hembras. El aumento no es tan regular como en el caso del sex-ratio en función de la edad pero el incremento es el mismo. El valor de porcentaje de hembras para las tallas pequeñas (como el caso de 11 a 12 cm.) ha de ignorarse debido a la falta de ejemplares de estas tallas.

Tasas de mortalidad y explotación pesquera

Para el cálculo de las tasas de mortalidad primero se han comparado datos obtenidos a través de campañas (datos experimentales) con datos de desembarque de pesqueros (datos comerciales). De ese modo utilizamos los datos que mejor se ajustan a la población real.



Gráfica 11: Comparación de los porcentajes obtenidos en las distintas tallas en un muestreo comercial y en un muestreo experimental.

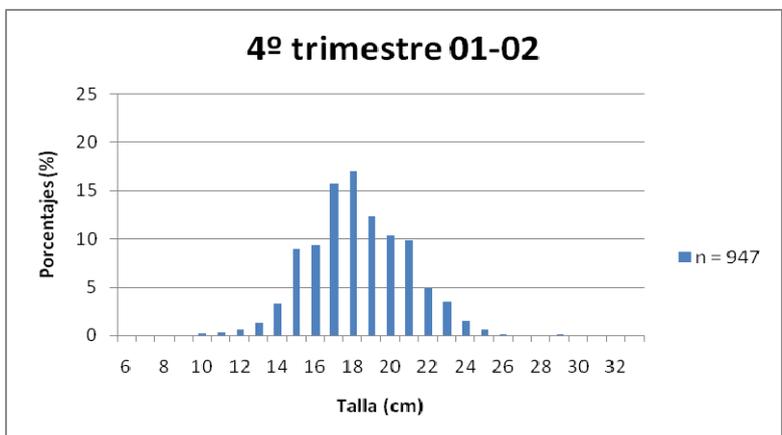
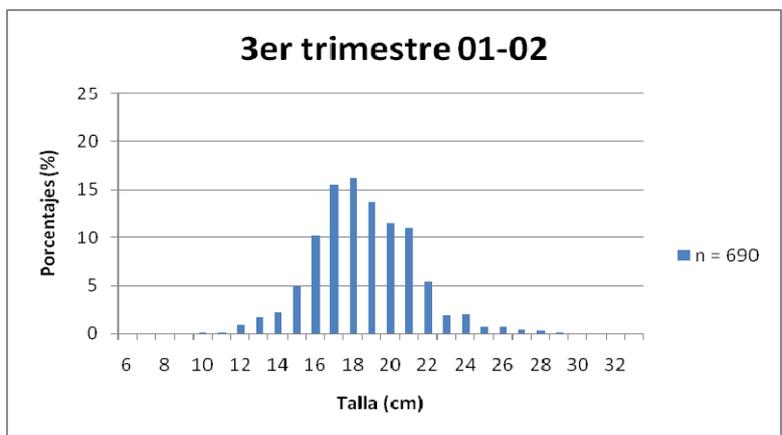
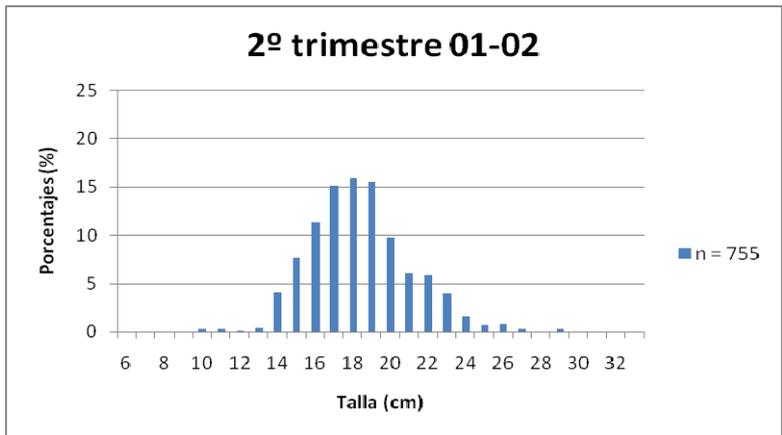
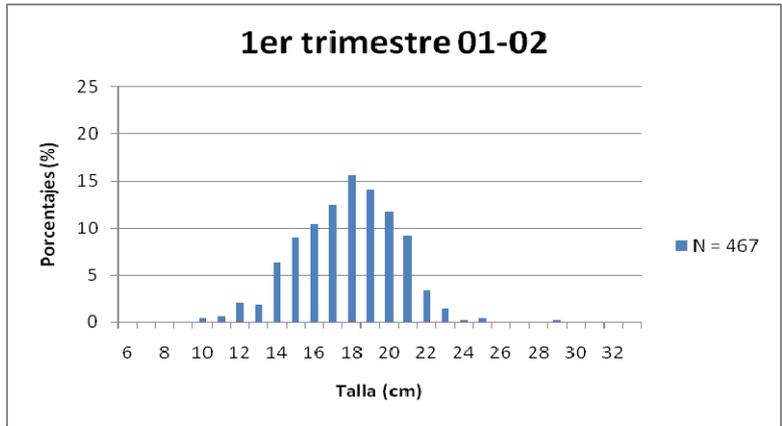
Si observamos los porcentajes obtenidos, en las tallas comerciales y experimentales, para los valores más bajos (de 6 a 12 centímetros) no hay ninguna duda de que en las tallas comerciales faltan individuos de baja talla. Por lo que los valores porcentuales obtenidos en el análisis de las tallas comerciales no sirven para estimar el reclutamiento debido a la falta dichas tallas mínimas. Esto es debido a que los individuos más pequeños no se enganchan en la red, y a que los ejemplares más pequeños que se han

pescado no llegan al puerto por no cumplir la talla mínima para poder ser comercializados.

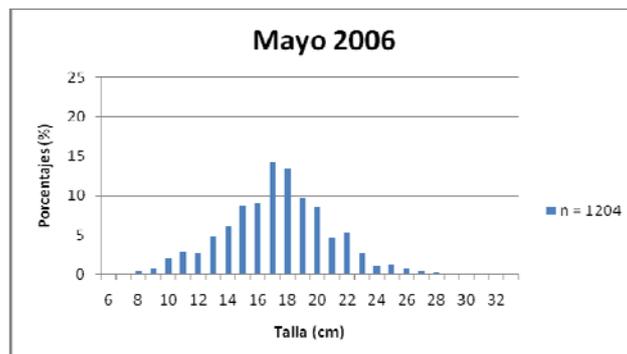
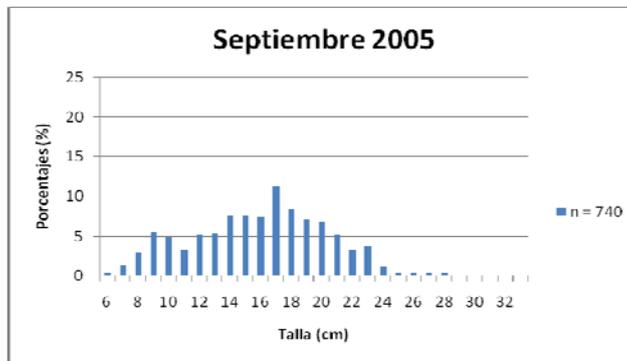
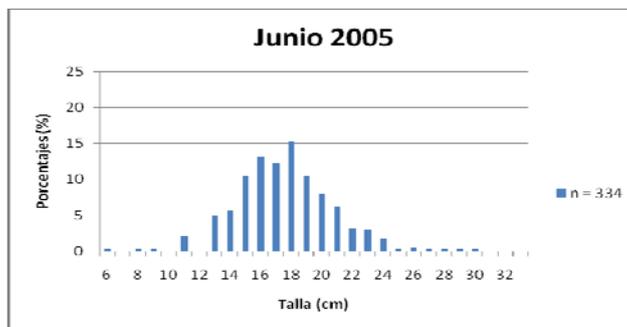
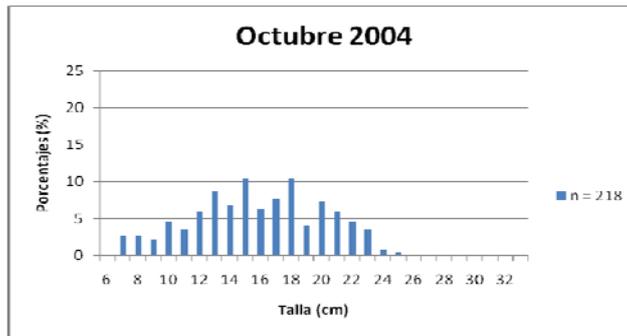
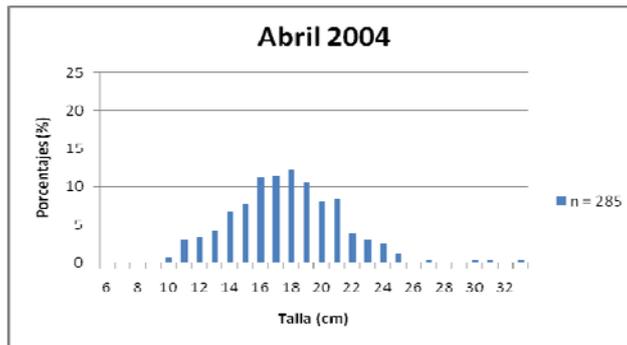
Al desglosar los porcentajes de la anterior gráfica 11 en trimestres para las tallas comerciales y en campañas para las tallas experimentales obtenemos las gráficas 12 y 13 respectivamente.

En la gráfica 12 de la siguiente página podemos observar como en los cuatro trimestres predominan los ejemplares de 18 centímetros de longitud. Por otra parte, no encontramos en ningún trimestre (independientemente de la estación en la que nos encontremos) individuos de talla pequeña, esto se debe, como se ha comentado anteriormente, a que los valores se obtuvieron de peces comercializados, por lo que faltan valores de las talas más pequeñas.

En cambio, en la gráfica 13 se puede observar como en octubre y septiembre hay individuos de tallas pequeñas. Esto se debe a que durante el otoño se incorporan los reclutas de la última puesta a la población, por lo que los muestreos realizados durante los meses de septiembre 2005 y octubre 2006 presentan un porcentaje de la población representativo de tallas pequeñas.



Gráfica 12: Tallas comerciales, y sus porcentajes, divididas en cuatro trimestres.



Gráfica 13: Tallas experimentales y sus porcentajes entre el 2004 y el 2006

- Cálculo de las tasas de mortalidad y explotación:

El valor de mortalidad natural (M) obtenido con el programa Fisat II, introduciendo los valores de $L_{\infty} = 35$ cm. y $K = 0,149$ y considerando la temperatura de su hábitat en el Mediterráneo de 13°C es el siguiente:

$$\mathbf{M = 0,345}$$

El valor de mortalidad total (Z) es $\mathbf{Z = 0,860}$ con una $R^2 = 0,987$

Con el resultado de mortalidad natural y mortalidad total podemos obtener el valor de la explotación pesquera:

$$Z = M + F \rightarrow \mathbf{F = Z - M = 0,860 - 0,345 = 0,515}$$

$$\mathbf{E = F / Z = 0,515 / 0,86 = 0,598}$$

Discusión:

Referente a los resultados obtenidos en la evolución del margen opaco, el valor de otoño debería encontrarse entre los valores de invierno y verano. El error puede ser debido a la falta de ejemplares muestreados durante el verano y el otoño, ya que los resultados son muy parecidos (verano 20% y otoño 24% de márgenes opacos). Es decir, con un número mayor de ejemplares muestreados los resultados esperados en el porcentaje de márgenes opacos en verano se encontrarían por encima del porcentaje de márgenes opacos en otoño, sin sobrepasar el porcentaje de márgenes opacos durante la primavera.

Los valores de K obtenidos en el crecimiento en talla, para ambos sexos, son bajos, por lo que esta especie necesita muchos años para alcanzar L infinita. Esta es una característica de especies marinas de vida media-larga. A diferencia de las especies que en uno o dos años alcanzan un valor muy cercano a L infinita, las cuales son de vida corta.

Si comparamos los resultados obtenidos en esta investigación sobre el crecimiento de *Trachinus draco* en el Mediterráneo, K hembras = 0,154 y K machos = 0,203, con los valores de K obtenidos por Ole Bagge en el 2004 en el Kattegat, estrecho situado entre Jutlandia (península de la Europa noroccidental) y la costa oeste sueca, que alcanza el mar Báltico con el mar del Norte, 0,15 y 0,16 para hembras y machos respectivamente, observamos que en el Mediterráneo la especie crece ligeramente más rápido, en especial los machos, los cuales tienen una L infinita menor, por lo que crecen menos y viven, por lo general, un poco menos.

Los resultados procedentes de la estimación de parámetros de crecimiento con la rutina ELEFAN I del programa FISAT II, $L_{\infty} = 35,5$ y $K = 0,13$ (para ambos sexos) se aproximan en gran medida a los valores obtenidos al calcular el crecimiento en talla a través del programa R con la rutina Inbio. En este caso se fijó un $L_{\infty} = 35$ a través de los valores obtenidos del muestreo y con la determinación de la edad a través de la lectura de los otolitos se obtuvo una $K = 0,149$. Esta similitud entre los valores de L_{∞} y K obtenidos de uno y otro modo nos aumenta la certeza de los resultados obtenidos validándonos el crecimiento.

En el estudio de Bagge (2004) se obtuvieron tallas máximas superiores para las hembras que para los machos, al igual que ocurre en el Mediterráneo, aunque en los dos sexos los valores son mayores en el Kattegat que en el Mediterráneo. Las edades máximas obtenidas por Bagge 2004 también son superiores a las obtenidas en el Mediterráneo, pero al igual que en este mar, en las edades más elevadas (14 años) se encontraron únicamente ejemplares de sexo femenino.

Al relacionar las tallas obtenidas, por separado de machos y hembras, con su peso, al ser las hembras de mayor longitud, tienen en relación un peso mayor. En cambio la relación peso-longitud no es la misma para ambos sexos: un animal, en este caso el *Trachinus draco*, puede o no cambiar de forma al crecer. Dicho cambio de forma se da cuando las relaciones existentes entre distintas magnitudes somáticas (en este caso peso y longitud) se modifican al crecer el animal. Si esta relación se modifica al crecer se dice que el crecimiento relativo es alométrico, en cambio, si se mantiene constante se dice que es isométrico.

Como se ha comentado en la metodología, para estudiar el crecimiento relativo se utiliza la relación potencial $P = a LT^b$. El parámetro “b” nos permite conocer si la relación entre P y LT es alométrica o isométrica. En este caso P y LT tienen dimensiones diferentes, por lo que el parámetro “b”, en el caso de isometría, adopta el valor del exponente que las relaciona. En este caso si LT es la longitud y P el peso o masa (expresable como volumen, es decir, una longitud expresada al cubo), en caso de isometría obtendríamos un valor $b=3$. Implicando todo esto la hipótesis que la densidad del animal se conserva. En cambio, si la relación entre estas dos variables (P y LT) es alométrica “b” es distinto a tres. Si $b > 3$ tenemos alometría positiva y si $b < 3$ alometría negativa. Esto quiere decir que, si LT es la talla del animal y P el peso, la alometría positiva significa que al crecer el animal cambia de forma, y se hace más redondeado. En cambio, la alometría negativa indica que el animal a medida que crece estiliza su forma.

En el caso de *Trachinus draco* observamos como los machos con una $b=2,924$ tiene alometría negativa por lo que al crecer se estilizan. En cambio las hembras con una $b=3,037$ tienen una alometría positiva por lo que al crecer se redondean.

Los machos, los cuales tienen una menor talla y viven, en media, menos tiempo que las hembras, llegan su estado de madurez aproximadamente medio año antes que las hembras (como se ha comentado en los resultados las hembras llegan al estado de madurez a los 2,44 años, y los machos a los 1,82 años de vida). Estos resultados son razonables, ya que, los machos, al tener una vida más corta maduran antes para así poder cumplir su función reproductora durante un mayor número de periodos de puesta. Este periodo de puesta en el mar Mediterráneo es más amplio que en los mares del norte. Si comparamos nuestros resultados con los resultados de Bagge 2004 comprobamos que el periodo de puesta empieza antes y termina más tarde en el mar Mediterráneo. Si en los mares del norte se pone de junio a agosto en el mediterráneo se pone de mayo a octubre. Esto es debido a que la estacionalidad en los mares del norte es más acusada, por lo que el pico e productividad de la primavera es mucho más marcado en los mares del norte que en el mediterráneo, por lo que el periodo de puesta en que la mayoría de los individuos son sexualmente maduros, es mas amplio en el mar Mediterráneo.

Referente a los valores de explotación pesquera obtenidos ($E = 0,598$), observamos como son ligeramente superiores a 0,5. Si el valor obtenido fuese 0,5 significaría que la población se encuentra en un estado de plena explotación, donde mueren igual número de individuos por muerte natural que por explotación pesquera. En esta situación nos encontraríamos en equilibrio con el medio natural. Como el valor obtenido es ligeramente superior a 0,5 ($E = 0,598$) nos encontramos frente a un inicio de sobreexplotación donde la explotación pesquera aumenta la mortalidad.

Conclusiones:

Los periodos de crecimiento rápido de la especie corresponden con a la época donde las condiciones físicas son buenas y hay disponibilidad de alimento. En este periodo, la primavera, es cuando se encuentra un mayor porcentaje de márgenes opacos. Este porcentaje desciende hasta llegar a su mínimo en invierno, donde escasea el alimento y el crecimiento es más lento.

Las hembras de la especie *Trachinus draco* alcanzan mayor longevidad, al igual que mayor talla y peso que los machos, adaptando con los años una figura más redondeada, a diferencia de los machos cuya figura se estiliza con el paso de los años. La diferencia en longitud empieza a ser significativa a partir del cuarto año de vida.

Hay mayor número de hembras. La relación es de 1,4 hembras por cada macho, siendo estos los que maduran más temprano y con menor talla.

En los mares del norte el crecimiento, durante los cuatro primeros años de vida, es menor que en el Mediterráneo. A partir del quinto año las diferencias dejan de ser significativas y con el paso de los años llegan a alcanzar, tanto mayores longitudes, como mayor longevidad. Si en el mar Mediterráneo encontramos individuos de una edad máxima de 9 años, en los mares del norte, concretamente en Kattegat, en la investigación de Bagge 2004, se encontraron ejemplares de *Trachinus draco* de 14 años de edad.

El periodo de puesta y de madurez sexual es más amplio en el mar Mediterráneo que en los mares del norte.

Si se considera que valores de E próximos a 0,5 indican niveles de plena explotación, la explotación pesquera de *Trachinus draco* en el Mediterráneo se encuentra en un estado de inicio de sobreexplotación.

El crecimiento ha sido validado al contrastar los valores de L_{∞} y K con distintos métodos, confirmando de este modo la correcta lectura de los otolitos.

Anexo 1:

Microestructura del otolito

Los otolitos de los osteíctios son complejos cuerpos policristalinos que actúan como órganos del equilibrio en el oído interno.

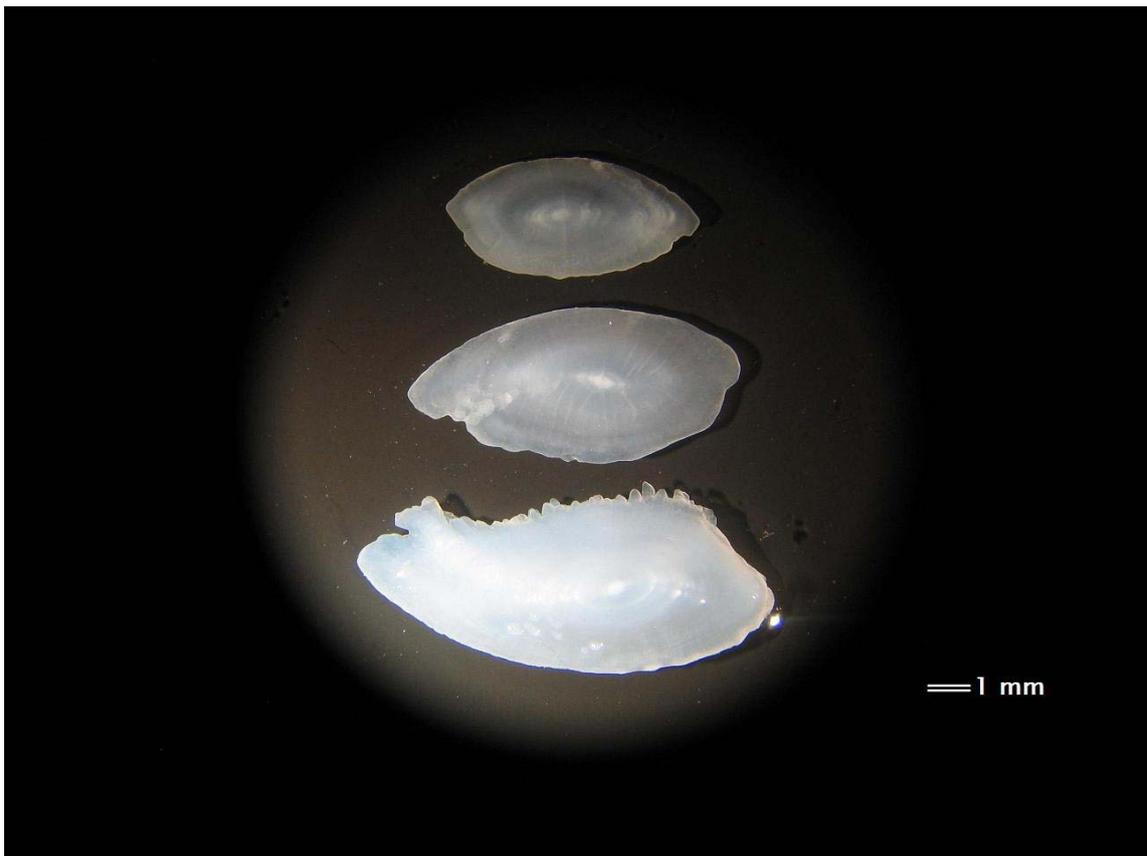


Foto.8: Imagen de tres otolitos de *Trachinus draco* de diferente edad.

Están compuestos principalmente de carbonato cálcico cristalizado en forma de aragonito y de una proteína fibrosa, otolina, del tipo del colágeno. Con relativa frecuencia se encuentran otolitos total o parcialmente anormales, formados por calcita. Estos otolitos cristalinos son translúcidos y no presentan marcas de crecimiento definidas.



Foto.9: Pareja de otolitos de un mismo ejemplar de *Trachinus draco*, uno de ellos es parcialmente anómalo (sin marcas de crecimiento definidas) y el otro presenta dos anillos anuales y el marco opaco. En la fotografía no se aprecian bien los dos anillos anuales debido a que la foto fue tomada con mucha luz para observar mejor el otolito anómalo. De las, aproximadamente, 1200 parejas de otolitos observados únicamente dos presentaron dicha anomalía.

El otolito crece por aposición de materiales sobre su superficie, esta aposición cíclica es función de los ritmos internos del metabolismo del calcio y de la síntesis de aminoácidos. Resultando en una formación de crecimiento diario en el otolito. El crecimiento está compuesto por una unidad continua o incremental y una discontinua. La zona continua está formada por microcristales aciculares de dragonita rodeados por la matriz orgánica, y dispuestos transversalmente a la superficie del otolito. La unidad o zona discontinua, está compuesta principalmente por capas concéntricas de matriz orgánica.

El grosor de los incrementos y la densidad de los microcristales dependen de la fase de crecimiento. Así, en los periodos de crecimiento activo (cuando el crecimiento es más rápido) los incrementos son gruesos con unidades discontinuas bien desarrolladas, es otras palabras, las discontinuidades de los anillos se diferencian con mucha claridad. En

cambio en los periodos de crecimiento lento los incrementos son más finos y los microcristales más compactos y continuos, por lo que cuesta más diferenciar los anillos. Frecuentemente se encuentran dos o más subunidades en los incrementos (por lo que cada incremento está formado de dos anillos), probablemente causadas por ritmos de alimentación, migraciones y/o cambios de la temperatura.

Dado que el crecimiento del cuerpo y del otolito están estrechamente relacionados, el grosor de los incrementos será función de la tasa de crecimiento, registrará los periodos de estrés fisiológico y ambiental, así como las fluctuaciones del crecimiento causadas por la disminución del metabolismo ligada a la edad. Aunque cabe remarcar que en ciertos casos, aunque no muchos, el crecimiento somático y del otolito parecen ser independientes (Beatriz Morales-Nin. 1987).

Anexo 2:

Índice de fotos:

Foto. 1.....	Ejemplar <i>Trachinus draco</i>	Pág. 5
Foto. 2.....	Zona de captura de los ejemplares muestreados.....	Pág. 7
Foto. 3.....	Otolito de un ejemplar de 3 años.....	Pág. 11
Foto. 4.....	Otolito de un ejemplar de 4 años.....	Pág. 12
Foto. 5.....	Otolito de un ejemplar de 4 años.....	Pág. 12
Foto. 6.....	Otolito de un ejemplar de 5 años.....	Pág. 13
Foto. 7.....	Otolito de un ejemplar de 7 años.....	Pág. 13
Foto. 8.....	Otolitos a escala.....	Pág. 38
Foto. 9.....	Otolito anómalo.....	Pág. 39

Índice de gráficas:

Gráfica. 1.....	Márgenes opacos para cada estación.....	Pág. 18
Gráfica. 2.....	Talla-edad de las muestras.....	Pág. 21
Gráfica. 3.....	Crecimiento en talla (teórico).....	Pág. 22
Gráfica. 4.....	Relación peso-talla hembras.....	Pág. 23
Gráfica. 5.....	Relación peso-talla machos.....	Pág. 24
Gráfica. 6.....	Estado de madurez de las hembras.....	Pág. 25
Gráfica. 7.....	Estado de madurez de los machos.....	Pág. 25
Gráfica. 8.....	Distribución de tallas.....	Pág. 26
Gráfica. 9.....	Sex-ratio en función de la edad.....	Pág. 27
Gráfica. 10.....	Sex-ratio en función de la talla.....	Pág. 28
Gráfica. 11.....	Porcentajes por tallas comerciales y experimentales....	Pág. 29
Gráfica. 12....	Porcentajes por tallas comerciales en trimestres.....	Pág. 31
Gráfica. 13....	Porcentajes por tallas experimentales por periodos.....	Pág. 32

Índice de tablas:

Tabla. 1.....	Relación talla-edad ejemplares muestreados.....	Pág. 16
Tabla. 2.....	Relación talla-edad hembras.....	Pág. 17
Tabla. 3.....	Relación talla-edad machos.....	Pág. 17

Bibliografía:

Bagge, O. 2004. The biology of the greater weever (*Trachinus draco*) in the commercial fishery of the Kattegat. – ICES Journal of Marine Science, 61: 933-943.

Beatriz Morales-Nin, Joan Moranta. 1997. Life history and fishery of the common dentex (*Dentex dentex*) in Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). – Fisheries Research, 30: 67-76.

Beatriz Morales-Nin. 1987. Métodos de determinación de la edad en los osteictios en base a estructuras de crecimiento. – Informes Técnicos de Investigación Pesquera, 143. Instituto de Ciencias del Mar (Barcelona).

Beatriz Morales-Nin, 1991. Determinación del crecimiento de peces oseos en base a la microestructura de los otolitos. – FAO Documento Técnico de Pesca nº 322, 58p.

Calvín Calvo, J.C, 2000. El ecosistema marino Mediterráneo, guía de su flora y fauna. – A.G. Novograf S.A.

C.J. Kelly, P.L. Connolly, J.J. Bracken, 1999. Age estimation, growth, maturity, and distribution of the bluemouth rockfish *Helicolenus d. dactylopterus* (Delaroche 1809) from the Rockall Trough. – ICES Journal of Marine Science, 56: 61-74.

G. D'Onghia, F. Mastrototaro, P. Maiorano, 2000. Biology of silver scabbard fish, *Lepidopus caudatus* (trichiuridae), from the Ionian sea (eastern-central Mediterranean). – Cybium, 24(3): 249-262.

Enric Massutí Sureda, 1993. Aspectos biológicos y pesqueros de *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) en aguas de Mallorca. – Universitat de les illes Balears, Departament de biología Ambiental.

F. Colloca, M. Cardinale, G.D. Ardizzone, 1997. Biology, spatial distribution and population dynamics of *Lepidotrigla cavillone* (Pisces: Triglidae) in the Central Tyrrhenian Sea. – Fisheries Research, 32: 21-31.

Ioanni Leonardos, Apostolos Sinis, 2000. Age, growth and mortality of *Atherian boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). – Fisheries Research, 45: 81-91.

K.f. Steriou, P. Economidis, A. Sinis, 1992. Age, growth and mortality of red bandfish, *Cepola macrophthalma* (L.), in the western Aegean Sea (Greece). – Journal of Fish Biology, 40: 395-418.

Meter B. Hood. 2000. Age, growth, mortality, and reproduction of red porgy, *Pagrus pagrus*, from the eastern Gulf of Mexico. – Fish Bull, 98: 723-735.

M.M. Garcia-Diaz, V.M. Tuset, J.A. González, J. Socorro, 1997. Sex and reproductive aspects in *Serranus cabrilla* (Osteichthyes: Serranidae): macroscopic and histological approaches. – Marine Biology, 127: 379-386.

M.P. Sampedro, V. Trujillo y M. Saínza. 2006. Inbio 1.2 Software Estimación incertidumbre de Parámetros Biológicos. – Instituto Español de Oceanografía

M. Demestre, J. Lleonart, P. Martín, J.A. Peitx, F. Sardà, 1986. L'oceanografia, recursos pesquers de la mar catalana. Quaderns d'ecologia aplicada nº 9. – Diputació de Barcelona, servei del Medi Ambient.

Per Sparre, S.C. Venema, 1997. Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales, Parte 1: Manual. – FAO documento Técnico de Pesca 306/1, Rev. 2. Rome.

Relini G., Bertrand J., Zamboni A., 1999. Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italy e Corsica). – Biol. Mar. Medit., 6 (suppl.1).