

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**CRECIMIENTO EN DOS ESPECIES DE RAYAS (*Raja undulata* y *Raja asterias*) EN
LA COSTA SUREÑA DE ESPAÑA EN EL AÑO 2000.**

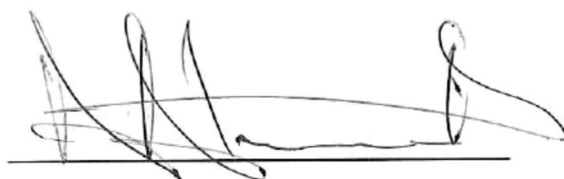
TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANÓLOGO
PRESENTA
JUAN CARLOS NAVA FUENTES

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MAYO DE 2005

CRECIMIENTO EN DOS ESPECIES DE RAYAS (*Raja undulata* y *Raja asterias*) EN
LA COSTA SUREÑA DE ESPAÑA EN EL AÑO 2000.

T E S I S
QUE PRESENTA
JUAN CARLOS NAVA FUENTES

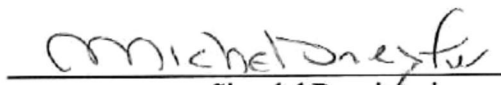
APROBADA POR:



Presidente del Jurado
M. C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia



Sinodal Propietario
M. C. Eliseo Almanza Heredia



Sinodal Propietario
Dr. Michel Jules Dreyfus León

RESUMEN

En la segunda campaña (octubre a diciembre del 2000) del proyecto "TRAMMEL NET" realizado en el Golfo de Cádiz, se capturaron 121 organismos de la especie *Raja undulata* (Lacepède, 1802) y 141 de *Raja asterias* (Delacroche, 1809). Estas especies fueron obtenidas como producto de la pesca incidental en la pesquería del choco y peces planos con el arte de trasmallo. El presente estudio representa una de las primeras aproximaciones para *R. undulata* y la primera para *R. asterias* en la determinación de la edad, evaluación y caracterización de su crecimiento. En la especie *R. undulata* se obtuvo una proporción de sexos (hembras/machos) de 1:0.77. La Longitud Total (LT) mínima encontrada fue de 130 mm y la máxima de 700 mm, no hubo diferencias significativas entre las LT de machos y hembras. Para las relaciones Peso Total – Longitud Total (PT-LT) y Peso eviscerado – Longitud Total (PE-LT) los coeficientes de alometría tuvieron un valor de $b > 3$, lo cual sugiere un crecimiento alométrico positivo; no hubo diferencias significativas entre los coeficiente de cada sexo, lo mismo sucedió con las mediciones morfométricas Longitud del Diámetro 1 (LD1), Longitud del Diámetro 2 (LD2), Ancho de las aletas (WT), Longitud Pre-Bucal (LPB), y Longitud Pre-Orbital (LPO). Se interpretaron un total de 303 vértebras de 101 organismos. Se obtuvieron 6 grupos de edad, de 0 a 6 sin representantes del grupo 5, los cuales fueron validados por el método de Battacharya. Se utilizaron los datos de Coelho *et al.* (2002) para la especie *Raja undulata* y con ayuda de estos se obtuvieron las constantes del modelo de crecimiento donde se obtuvo una Longitud Infinita (L_{∞}) de 115.44 cm, un coeficiente de crecimiento (K) de 0.10 y la constante de integración (t_0) de -2.26; no se encontraron diferencias significativas entre los coeficientes del modelo por sexos. Para *R. asterias* la proporción fue de 1:1.17, la LT mínima obtenida fue de 124 mm y el máximo de 623 mm, no hubo diferencias significativas entre sexos de los valores medios de las longitudes. En las relaciones longitud-peso se obtuvo un coeficiente de alometría menor a 3, lo que sugiere un crecimiento alométrico negativo sin diferencias entre sexos. Para las mediciones LD1, LD2, WT, LPB y LPO, tampoco se encontraron diferencias significativas. Se analizaron un total de 339 vértebras de 113 organismos. Se obtuvieron 5 grupos de edad que fueron verificados por los componentes modales de talla. Con los datos de longitud y edad de la especie *Raja asterias*, no fue posible determinar las constantes del modelo de crecimiento.

DEDICATORIAS

A mi mamá, Susana Nava Fuentes no tengo palabras para expresarle el agradecimiento que le tengo, no solo por ser una excelente madre sino, también por todos los papeles que tuvo jugar en mi vida: de madre, de padre y sobre todo de amiga. Que siempre estuvo presente en cualquier situación fuese buena o mala. Por todo el amor y apoyo incondicional que me ha dado, porque gracias a sus esfuerzos nunca me ha faltado nada en mi vida y por ser mi ejemplo a seguir. Le dedico este primer producto de mis primeros esfuerzos que no se comparan en nada con los que ella ha realizado.

A mi abuelito "Oto", mi padre, que gracias a sus enseñanzas, apuros y preocupaciones por que siempre termine mis metas y cumpla mis objetivos con un buen resultado he terminado este nuevo ciclo de mi vida ya que siempre estuvo presente en los momentos mas importantes de mi vida.

A Susa que gracias a sus sabios consejos, apoyo y amistad incondicional, que me han ayudado a ser una mejor persona. Por apoyar a mi mamá en todos los momentos buenos y difíciles, que siempre será considerada como de mi familia.

A mi mis tíos Luis y Laura, Armando y Cecilia muchísimas gracias por todo el apoyo que me han dado a lo largo de mi carrera y de mi vida. Siempre estuvieron pendientes de mi, de mi abuelito y mi mamá. Espero algún día poderles pagar todo lo que me han dado y siempre estarán conmigo.

A mi familia la mejor que puede haber a todos mis primos, mis hermanos, Leo, Gaby, Vanes, Andy, Lalis, Gera, Lore, David y Fer, que siempre estuvieron a mi lado en toda mi vida y que siempre se preocuparon por saber como iba. Lamentablemente la vida nos separa pero siempre estaremos juntos cuando se de la oportunidad y haremos esas reuniones entre nosotros.

A mi abuelita, para syanya otita.

A mi novia Mariana palabras me faltarían para decirle por que le dedico este trabajo, que gracias a ella ha resultado bien. Siempre estuvo desde el principio midiendo organismos, pasando hambres si necesidad, desvelándose conmigo, teniendo que ir a la escuela aún estando cansada, por aguantarme nervioso y desquiciado, mis mal humor, preocupándose por mi... simplemente estando a mi lado... Además de ser una excelente persona conmigo, por todo lo que me ha dado y enseñado, por estar siempre conmigo muchísimas gracias, espero llegar a ser la mitad de la gran persona que es. Te amo.

A mi familia de Ensenada: Ceci, Pau, Vivi, Mariana G. y Gaby que desde el principio de la carrera han estado presentes llenando un gran hueco que queda siempre que no esta tu familia cerca. Por todos esos momentos, borracheras, fiestas, pachangas, consejos, ayudas, disgustos, compañías, por todo muchas gracias... Son una parte muy importante de mi vida. Que aunque la vida nos tenga preparados destinos diferentes siempre estaremos juntos...

AGRADECIMIENTOS

A Cheo "el grande" que desde antes de ser mi director de tesis fue un gran amigo, que desde un principio nos abrió las puertas de su casa para brindarnos una amistad sincera. Por querer desde un principio ser mi director de tesis, aguantándome el tiempo que duró la realización de esta, aclarándome cualquier duda y por su ayuda en todo.

A Mila que si no fuera por la confianza que depositó en mi, no podría haber realizado este trabajo, GRACIAS.

A Javier, Alma, Tania y Quique gracias por la amistad que me han brindado desde la secundaria y que aún con la distancia seguimos siendo buenos amigos, espero nunca perderlos.

A Paola y Vero, por su incomparable amistad y apoyo que siempre esta ha estado ahí.

A mis compadres y mi ahijado Saúl por todo el apoyo desde la preparatoria y estar siempre presentes en mi vida, son un ejemplo a seguir, de siempre estar luchando y dar la cara.

A Daniel Yesi, Daniel, Edgar y Livia muchas gracias por todos los momentos que pasamos juntos, siempre estuvieron en las buenas y en las malas, esos son los verdaderos amigos, muchas gracias.

A Natalia, Eva, Anne-Lies, Javi y Reme por hacernos la estancia en Cádiz más placentera y por enseñarnos muchas cosas de España, el botellón, entre otras.

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Características particulares de las especies	4
2.1.1 <i>Raja asterias</i> o raya estrellada	4
2.1.2 <i>Raja undulata</i> , raya mosaico o ondulada	5
2.2 Características del arte de pesca	7
2.2.1 Descripción del arte de pesca en el Golfo de Cádiz	8
2.3 Biometría	13
2.4 Interpretación de las vértebras	14
2.5 Edad	15
2.6 Crecimiento	16
2.7 Pesquerías, captura incidental	18
2.8 Resultados de la selectividad del arte de enmalle	23
3. HIPÓTESIS	25
4. OBJETIVO GENERAL	25
5. OBJETIVOS PARTICULARES	25
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
7. METODOLOGÍA	27
7.1 Biometría	29
7.2 Extracción y limpieza de las vértebras	29
7.3 Estructura de la población	31
7.4 Relaciones morfométricas	32
7.5 Determinación de la edad	33
7.6 Verificación de las edades	34
7.7 Retrocálculo	35
7.8 Modelación	35
8. RESULTADOS	37
8.1 Relaciones morfométricas	42
8.2 Edad	46
8.3 Crecimiento <i>R. undulata</i>	48
8.4 Crecimiento <i>R. asterias</i>	53
8.5 Modelo de crecimiento <i>R. undulata</i>	58
9. DISCUSIONES	64
9.1 Relaciones machos y hembras	64
9.2 Tipo de crecimiento (Coeficiente de alometría)	66
9.3 Edad	71
9.4 Crecimiento	74
9.5 Pesquerías	78
10. CONCLUSIONES	84
11. REFERENCIAS	86

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución geográfica de <i>Raja asterias</i> .	5
Figura 2. Distribución geográfica de <i>Raja undulata</i> .	6
Figura 3. a) Disposición de los paños de la red de trasmallo, b) Partes de la red. Tomado de Subsecretaría de pesca (España), 2003.	8
Figura 4. Localización del Golfo de Cádiz y de los puertos pesqueros que utilizan la red de trasmallo. Los puntos rojos corresponden a la provincia de Cádiz y los azules a la provincia de Huelva.	9
Figura 5. Ubicación del área de estudio, la cual se encuentra recalcada de color azul (campana de Primavera) y rojo (campana de Otoño). Tomado del proyecto base.	28
Figura 6. Mediciones realizadas a los organismos, Longitud Total (LT), Longitud del Primer Disco (LD1), Longitud del Segundo Disco (LD2), Envergadura (WT), Longitud Pre-ocular (LPO), las medidas se hicieron en milímetros (mm).	30
Figura 7. Localización del área de donde se extrajeron las vértebras (13, 14 y 15) para determinar la edad de cada organismo.	31
Figura 8. Vértebra observada a través del microscopio de disección, se observa la reglilla del ocular con la que se midió cada vértebra. En esta vértebra el número de bandas son 6.	34
Figura 9. Proporción de sexos para a) <i>Raja undulata</i> y b) <i>Raja asterias</i> en el total de la muestra.	37
Figura 10. Frecuencia del total de los organismos en cada mes y ocurrencia por sexo para <i>R. undulata</i> en la temporada de muestreo (cada el mes está representado por su número).	38
Figura 11. Captura de <i>Raja undulata</i> por unidad de esfuerzo (CPUE) obtenida por día trabajado en los meses de octubre (10), noviembre (11) y diciembre (12).	39
Figura 12. Frecuencia del total de los organismos en cada mes y ocurrencia por sexo para <i>R. asterias</i> en la temporada de muestreo (los meses están representados por su número).	40

Figura 13. Captura de <i>Raja asterias</i> unidad de esfuerzo (CPUE) obtenida por día trabajado en los meses de octubre (10), noviembre (11) y diciembre (12).	40
Figura 14. Frecuencia para los diferentes intervalos de tallas para <i>R. undulata</i> .	41
Figura 15. Frecuencia para los diferentes intervalos de tallas para <i>R. asterias</i> .	42
Figura 16. Relación longitud total (LT, en milímetros) y peso total (PT, en gramos), para determinar el tipo de crecimiento para <i>R. undulata</i> .	43
Figura 17. Relación longitud total (LT, en milímetros) y peso eviscerado (PE, en gramos), para <i>R. undulata</i> .	44
Figura 18. Relación longitud total (LT, en milímetros) con el peso total (PT), para <i>R. asterias</i> .	45
Figura 19. Relación longitud total (LT, en milímetros) con el peso eviscerado (PE, en gramos), para <i>R. asterias</i> .	45
Figura 20. Frecuencia de organismos para los grupos de edad para <i>R. undulata</i> , presentación del total y comparación entre sexos.	47
Figura 21. Frecuencia de organismos para los grupos de edad para <i>R. asterias</i> , presentación del total y comparación entre sexos.	48
Figura 22. Longitudes totales (LT) asociadas a sus edades, diferencia entre machos y hembras.	49
Figura 23. Comparación de los datos obtenidos por el método del retrocálculo y los observados, LT (longitud total en milímetros).	50
Figura 24. Comparación entre las LT medias (longitud total en milímetros) de machos y hembras para cada edad.	51
Figura 25. Comparación del comportamiento de las edades observadas y calculadas, con las LT (longitudes totales, en milímetros).	52
Figura 26. Longitudes totales (LT, en milímetros) asociadas a sus edades para <i>R. undulata</i> , se utilizaron las medias del total de los datos.	53
Figura 27. Longitudes totales (LT, en milímetros) asociadas a sus edades.	54
Figura 28. Longitudes totales (LT) obtenidas por el método del retrocálculo y las observadas.	55
Figura 29. Comparación entre las medias de las LT (longitud total en milímetros) de machos y hembras asociadas a sus edades.	56

Figura 30. Comparación del comportamiento de las edades observadas y calculadas para <i>R. asterias</i> . LT (longitud total en milímetros).	57
Figura 31. Longitudes asociadas a sus edades para <i>R. asterias</i> , se utilizaron las medianas de los datos originales.	57
Figura 32. LT asociadas a sus edades observadas por Rui Coelho (2002) junto con las del presente trabajo.	58
Figura 33. Mapa de la costa del Algarve donde se representan las zonas de muestreo, la marca (A) es la zona de muestreo dentro de la Ría Formosa ámbito del proyecto SPARIDAE y (B) localización de las pescas con redes de trasmallo realizado para el proyecto TRAMMEL NET. Obtenido de Coelho, (2000).	59
Figura 34. Modelo de crecimiento obtenido para <i>R. undulata</i> se incluyen los datos de Coelho <i>et al.</i> (2002) y las medias de los datos obtenidos por el presente trabajo.	63

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla I. Número de barcos, número de tripulantes y eslora de los buques trasmalleros para los distintos puertos del Golfo de Cádiz. (-, sin información).	10
Tabla II. Periodos de pesca de las distintas especies capturadas en el Golfo de Cádiz.	11
Tabla III. Material y medidas de las principales redes de trasmallo en función al tipo de méliers descrito para el Golfo de Cádiz. n.- número de mallas, l.- longitud de la maya sin estirar, L.- longitud de la malla estirada, E.- coeficiente de armado, W.- peso del lastre, n int.- número de mallas por armadura (n ext). Entre paréntesis se registran los valores ocasionales.	12
Tabla IV. Valores medios de las diferentes mediciones obtenidas para ambas especies.	46
Tabla V. Edades asociadas a sus longitudes mínimas y máximas, así como su promedio.	49
Tabla VI. Medianas obtenidas para la validación de los resultados.	51
Tabla VII. Edades para <i>R. asterias</i> asociadas a su longitud media, mínimos y máximos.	54
Tabla VIII. Medianas obtenidas para la validación de los resultados.	55
Tabla IX. Distribuciones de LT-edad para <i>R. undulata</i> en el Algarve. LT= Longitud Total, n= número de especímenes, Av= promedio de la LT, DevSt= Desviación Standard y Incr = incremento. Medidas en cm. Obtenido de Coelho <i>et al.</i> (2002).	60
Tabla X. Distribuciones de LT-edad para <i>R. undulata</i> en el presente estudio, Golfo de Cádiz. LT= Longitud Total, n= número de especímenes, Av= promedio de la LT, DevSt= Desviación Standard y Incr = incremento. Las medidas se encuentran en cm. Los datos se encuentran divididos en machos y hembras, cada uno con su signo correspondiente.	61
Tabla XI. Parámetros obtenidos en el presente trabajo junto con los datos obtenidos por Coelho R,	62
Tabla XII. Parámetros del modelo obtenidos por Coelho R, <i>et al.</i> (2002).	62
Tabla XIII. Valores medios, varianzas y diferencias entre sexos de las mediciones morfométricas realizadas a <i>R. undulata</i> , para ambos sexos. Los valores están en milímetros y los resaltados en negritas son los promedios más altos de cada medición. Las casillas resaltadas en gris son aquellas con la diferencia más alta entre las mediciones en cada edad.	65

Tabla XIV. Valores medios, varianzas y diferencias entre sexos de las mediciones morfométricas realizadas a <i>R. asferias</i> , para machos y hembras. Valores representados en milímetros y los resaltados en negritas son los promedios más altos de cada medición. Las casillas resaltadas en gris son aquellas con la diferencia más alta entre las mediciones en cada edad	68
Tabla XV. Parámetros (coeficiente de alometría y R^2 = coeficiente de correlación) de las relaciones de peso (PT y PE) con las de longitud (LT, LD1, LD2 y WT) para las dos especies de rayas.	71
Tabla XVI. Parámetros (a = ordenada en el origen y b = coeficiente de alometría) las relaciones PT/LT, obtenidos por varios autores para el género <i>Raja</i> . (M = machos, F = hembras y J = los dos sexos en conjunto). Obtenido de Coelho (2000).	71
Tabla XVII. Constantes del modelo de von Bertalanffy obtenidas para otras especies de rayas por diferentes autores. Obtenido de Coelho, (2000).	78
Tabla XVIII. Edad de la madurez sexual y edad máxima alcanzada por diferentes rayas.	81

1. INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios, subclase (Elasmobranchii) representada por tiburones, rayas y torpedos, están ampliamente distribuidos en los mares y océanos. Son especies de interés comercial por diferentes razones, algunos son el objetivo de las pesquerías, no solamente por el uso de su carne sino también por otros materiales como su piel, aletas, mandíbulas y dientes; otros son la captura incidental de la pesca de otras especies de interés comercial (Bond, 1996).

Las rayas están representadas por más de 500 especies. Existen especies de agua dulce, las cuales viven en ríos tropicales, pero la mayoría son marinas. (Bond, 1996).

Las rayas al igual que todos los elasmobranquios presentan un esqueleto cartilaginoso altamente modificado, un cráneo aplanado y una centena de pequeñas vértebras que se extienden hasta la punta de la cola (Tricas *et al.* 1998).

Poseen un cuerpo deprimido, las aletas pectorales se encuentran fusionadas a la cabeza formando un disco, las aletas pélvicas forman un segundo disco de menor tamaño; carecen de aletas anales y las dorsales se encuentran dispuestas a lo largo de una cola delgada. Tienen la piel cubierta por dentículos dérmicos y de 5 a 7 hendiduras branquiales abiertas al exterior, dispuestas ventralmente (Moyle y Cech, 2000).

Todas las rayas son ovíparas, tienen una tasa de crecimiento lento, baja fecundidad con un alto esfuerzo reproductivo y bajo número de progenie después de un periodo largo de gestación, por lo que son muy susceptibles a la sobreexplotación (Coelho et al. 2002).

La explotación de las rayas y otros elasmobranquios ha aumentado rápidamente, como indica la FAO (1998) que en 1991 se registró una captura mundial total de elasmobranquios de 704 000 toneladas, para 2002 de 818 542 toneladas. Es por lo anterior que es necesario obtener más información acerca de estos organismos para entender y tener un mejor manejo de este recurso; en Portugal, particularmente en el mar de Algarve, las capturas de rayas han disminuido considerablemente en años recientes; esta reducción en las capturas ha generado un aumento en su valor comercial; más específicamente las capturas de rayas han disminuido un 42% mientras que su valor comercial subió un 71% (Coelho et al. 2002).

Se ha reconocido recientemente que la especie de raya (*Raja lavéís*) una vez muy común en el Atlántico Norte, esta al borde de la extinción (Casey y Mayers, 1998 en Moyle y Cech, 2000). El decaimiento de la población no se reconoció porque fue asumido que una especie ampliamente distribuida que ha llegado a desaparecer o hacerse rara en una región, era probablemente común en otra (Moyle y Cech, 2000). A lo anterior se le suma que es poco lo que se sabe de estos organismos y a su difícil estudio por diferentes factores como: si presentan estacionalidad, su ocurrencia y tamaño; además de esto,

los métodos para determinar la edad en los peces óseos no son todos aplicables a los peces cartilaginosos, ya que carecen de estructuras óseas. Existen dos métodos reconocidos para determinar la edad, la interpretación de bandas de crecimiento calcificadas depositadas en espinas y en vértebras, siendo esta última una de las más precisas (Coelho, et al. 2002).

El conocimiento de la dinámica de las poblaciones es un factor decisivo para analizar una población explotada y con esto hacer un mejor uso de los recursos; si no es una especie objetivo, modificar los diferentes métiers para no alterar a su población. La palabra métiers corresponde a una combinación de **arte de pesca, especies objetivo y zona geográfica de pesca**. Permite una mejor definición del esfuerzo real invertido en un recurso y conduce a una distribución de las flotas teniendo en cuenta las estrategias, los usos y el conocimiento de los pescadores (COPEMED, 2005).

Este estudio forma parte del proyecto UE/DGXIV 98/014 "TREMMELE NET - Trammel net selectivity studies in the Algarve (Southern Portugal), Gulf of Cádiz (Spain), Basque country (Spain) and Cyclades islands (Greece)", cuyo objetivo es estudiar el arte de pesca del trasmallo utilizado en las pesquerías a pequeña escala, en este caso enfocado a los métiers dedicados a las sepias y peces planos en el área del Golfo de Cádiz, España.

En particular el presente trabajo se enfoca en dos especies de rayas (*Raja asterias* y *Raja undulata*), las cuales son parte de la captura incidental de las pesquerías anteriormente mencionadas.

2. ANTECEDENTES

2.1 CARACTERISTICAS PARTICULARES DE LAS ESPECIES.

2.1.1 Raja asterias o raya estrellada.

Esta especie presenta, en la parte dorsal del cuerpo, una serie de espinas dispuestas en una hilera de 50 a 60 que vienen desde las espinas orbitales hasta la primera aleta dorsal. En los adultos se presentan dos hileras paralelas en la base de la cola. Los juveniles carecen de la mayoría de estas estructuras (Whitehead *et al.* 1984).

Su color es café con puntos claros rodeados por una línea oscura, la parte ventral es clara. Estos organismos pueden llegar a medir hasta 70 cm en su longitud Total (LT). Su reproducción es ovípara, pueden tener de 30 a 100 huevos por año, siendo su máximo de puestas en verano y principios de otoño. Los embriones tardan de cinco a seis meses en desarrollarse (Whitehead *et al.* 1984).

Su hábitat es bentónico, se distribuyen desde aguas interiores hasta profundidades de 100 m. Son muy comunes especialmente en el Oeste del Mediterráneo y menos comunes al Este (Fig. 1); también se encuentran en el Estrecho de Gibraltar, al Sur de Portugal y al Norte de Marruecos (Whitehead *et al.* 1984).



Figura 1. Distribución geográfica de *Raja asterias*.

2.1.2 *Raja undulata*, nombre común raya mosaico o raya ondulada.

Tiene un "rostrum" corto, de forma redondeada. La parte dorsal presenta espinas con algunas áreas sin ellas, usualmente tienen de una a dos en frente y detrás del ojo; de dos a ocho en la nuca que continúan, en una hilera media de 20 a 55, hasta la cola; también presentan dos hileras paralelas a la hilera media (Whitehead *et al.* 1984).

La parte ventral carece de espinas y es de color claro. El dorso del cuerpo es de color ocre a gris-café, típicamente con bandas onduladas de color oscuro bordeadas con puntos de color blanco. Pueden llegar a medir hasta

100 cm de LT. Tienen una reproducción ovípara generalmente con puestas de marzo a septiembre (Whitehead et al. 1984).

Su hábitat es bentónico, distribuyéndose en aguas costeras hasta 200 m de profundidad, preferentemente en sustrato suave y arenoso. En los países del Sur de Europa se explota, principalmente en Portugal. Se distribuye en las costas del Atlántico Norte desde Marruecos hasta el Sur de Irlanda y al Suroeste de Inglaterra (Fig. 2); también se encuentran al Oeste del Mediterráneo, generalmente a lo largo de la costa africana (Whitehead et al. 1984).



Figura 2. Distribución geográfica de *Raja undulata*.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ARTE DE PESCA.

Las redes de trasmallo son un arte estático, al igual que las redes agalleras se disponen de tal forma que al ser caladas forman una pared invisible. Están formadas por tres paños de redes superpuestas, un paño interior con una luz de malla menor al de los dos paños exteriores (Subsecretaría de pesca (España), 2003).

Los peces capturados con este arte pasan a través de las mallas de uno de los paños exteriores y chocan con el paño interior, al empujarlo se introducen por la luz de malla del paño opuesto, dando lugar a la formación de un pequeño embolsamiento del que no pueden liberarse (Fig. 3, a) (Subsecretaría de pesca (España), 2003).

En la relinga superior se le adiciona flotabilidad, mientras que en la inferior se le colocan plomos para mantener la red extendida (Fig. 3, b). La red esta fabricada de nylon multi-filamento y/o mono-filamento, este último material es de uso más común y permite mantener baja la visibilidad del arte de pesca (Subsecretaría de pesca (España), 2003).

Las embarcaciones en las que se utiliza este arte son generalmente de 5 a 14 metros de eslora, pudiendo ser operadas en embarcaciones de mayor tamaño. Cabe señalar que el manejo de la red de trasmallo es similar a la red agallera (Subsecretaría de pesca (España), 2003).

Las redes de trasmallo son especialmente utilizadas para capturar peces en/o cerca del fondo marino, caladas principalmente en zonas libres de arrecifes de roca o coral, siendo las arenas el sustrato donde más se disponen. Los principales problemas con este arte es la captura de organismos pequeños y especies no objetivo de la pesca, éstas son devueltas al mar (descartes) (Subsecretaría de pesca (España), 2003).

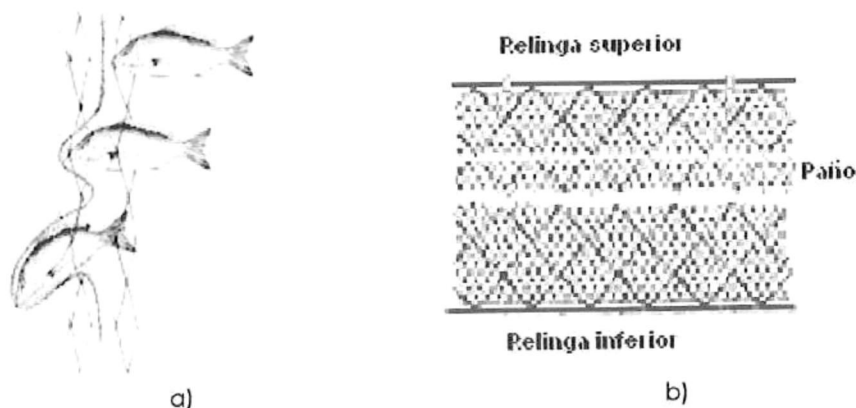


Figura 3. a) Disposición de los paños de la red de trasmallo, **b)** Partes de la red. Tomado de Subsecretaría de pesca (España), 2003.

2.2.1 Descripción del arte de pesca en el Golfo de Cádiz.

En el proyecto "TRAMMEL NET" se indica que en el Golfo de Cádiz existen un total de 13 puertos pesqueros, en 7 de ellos se pesca con trasmallo; del total, 7 se localizan en municipios de la provincia de Cádiz: Sanlúcar, Chipona, Rota, Conil, Barbate, Tarifa y Algeciras (mencionados de Norte a Sur), y 6 en municipios de la provincia de Huelva: Ayamonte, Isla Cristina,

Lepe, el Rompido, Punta Umbría y Mazagón, mencionados de Norte a Sur (Fig. 4) (TRAMMEL NET).

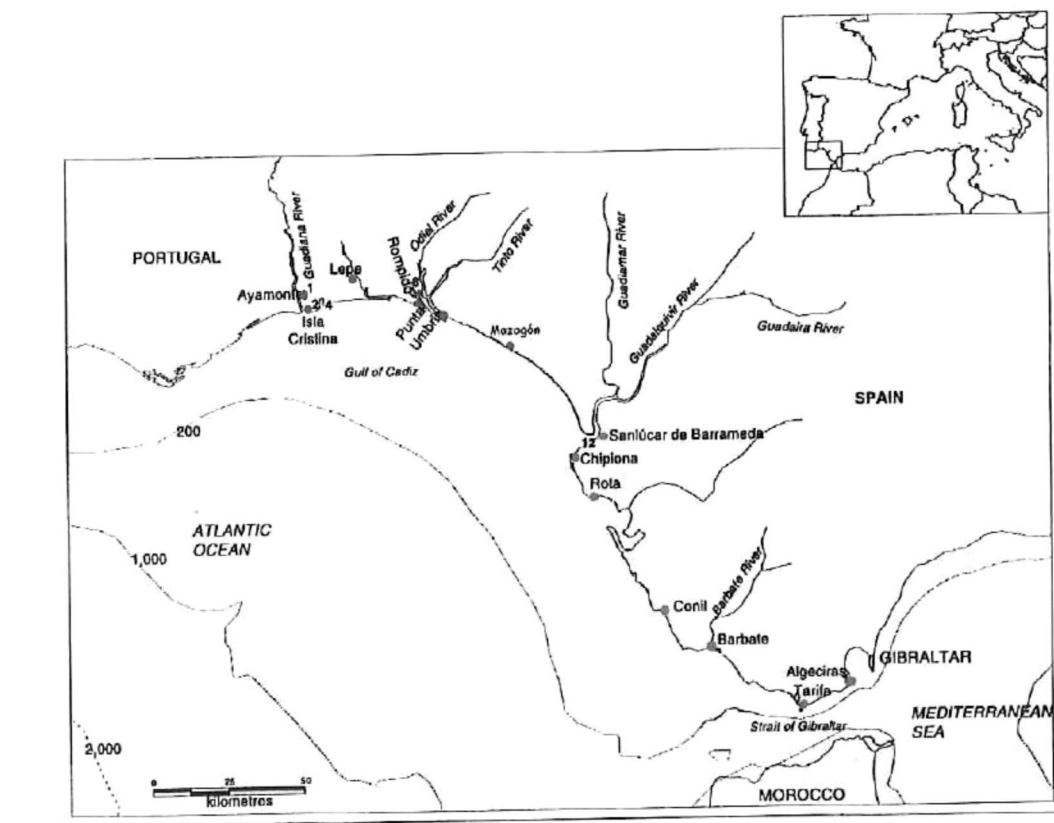


Figura 4. Localización del Golfo de Cádiz y de los puertos pesqueros que utilizan la red de trasmallo. Los puntos rojos corresponden a la provincia de Cádiz y los azules a la provincia de Huelva.

La flota trasmallera del Golfo de Cádiz, descrito por el proyecto base, se encuentra constituida de forma oficial por un total de 436 embarcaciones, que corresponde al 81.65 % del total de las embarcaciones de artes menores matriculadas en esta región (Boletín Oficial de Estado (**BOE**) 12/08/98 nº 192) (Tabla I).

Tabla I. Número de barcos, número de tripulantes y eslora de los buques trasmalleros para los distintos puertos del Golfo de Cádiz. (S/I, sin información).

		nº de barcos	Nº de tripulantes	Eslora Media (m)
CÁDIZ	Sanlúcar	66	2-3	6.00
	Chipiona	37	2-4	6.46
	Rota	41	3-4	6.30
	Conil	75	3-4	6.40
	Barbate	22	2-3	6.00
	Tarifa	21	4-5	8.00
	Algeciras	20	2-3	6.30
HUELVA	Lepe	49	6	5.90
	Mazagón	15	2-3	6.00
	Pta.Umbría	41	2	6.95
	I. Cristina	46	2-3	8.07
	Ayamonte	18	4	6.22
	Rompido	70-80	2	S/I

No obstante, entrevistas realizadas señalan que aproximadamente el 30% de la flota trasmallera que operan en aguas del Golfo de Cádiz son ilegales, las cuales se entienden como aquellas que incumplen los requisitos establecidos por la ley para realizar una actividad pesquera. De hecho, la totalidad de la flota trasmallera del Rompido es ilegal, al igual que la gran mayoría de la de Ayamonte, Punta Umbría e Isla Cristina. Las embarcaciones ilegales son en su minoría pangas de pescadores artesanales, algunas de las cuales están en trámites de legalización, pero la gran mayoría (aproximadamente un 75% de los ilegales) son propiedad de pescadores eventuales, no profesionales, pescadores jubilados, trabajadores desempleados con bajas prestaciones económicas y sociales que necesitan la aportación de esta actividad; a lo anterior también se suman las embarcaciones deportivas (proyecto TRAMMEL NET).

Para el Golfo de Cádiz se han determinado tres métiers (conjuntos metodológicos) principales, uno dirigido a la pesca de peces planos (*Solea* spp. y *Synaptura lusitanica*) y al choco (*Sepia officinalis*), otro dirigido a la pesca del langostino (*Melicertus kerathurus*) y un tercero al salmonete de fango (*Mullus barbatus*) (Proyecto TRAMMEL NET).

La flota trasmallera de esta región es polivalente, ya que varía el arte de pesca y la especie objetivo en función de la época del año (Sabrino et al. 1994). La pesca del choco (sepia) se desarrolla principalmente entre abril y junio, los peces planos (lenguados principalmente) se pescan en dos épocas del año: una comprendida en el período de mayo-junio y otra en el de octubre-enero. El langostino es capturado entre mayo y agosto y el salmonete entre mayo y octubre. Los periodos de pesca de estos métiers coinciden en algunos meses durante el año (Tabla II) (Proyecto TRAMMEL NET).

Tabla II. Periodos de pesca de las distintas especies capturadas en el Golfo de Cádiz.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Choco											
Peces planos											
Langostino											
Salmonete											

El área de pesca del salmonete se localiza próxima a los puertos de Tarifa, Algeciras y Conil, en este último municipio es de especial importancia esta

pesquería. El puerto de Sanlúcar se destaca en la captura de langostino y a medida que nos desplazamos hacia el oeste se intensifican las capturas del choco y los peces planos. Es muy importante socio-económicamente la pesca del choco en los puertos de Huelva. Para cada una de los anteriores métiers se emplea una red de trasmallo diferente, que presenta pequeñas variaciones para cada puerto (Tabla III) (Proyecto TRAMMEL NET).

Tabla III. Material y medidas de las principales redes de trasmallo en función al tipo de métiers descrito para el Golfo de Cádiz. n.- número de mallas, l.- longitud de la maya sin estirar, L.- longitud de la malla estirada, E.- coeficiente de armado, W.- peso del lastre, n int.- número de mallas por armadura (n ext). Entre paréntesis se registran los valores ocasionales.

	<i>(Solea spp.-Sepia officinalis)</i>		<i>(Mellcertus kerathurus)</i>		<i>(Mullus barbatus)</i>	
Paño	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Material	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon
Tipo	Plastico	Plastico	Plastico	Plastico	Plastico	Plastico
Ø (mm)	0.2-0.3-0.4	0.4-0.6 (0.7)	0.1 (0.2-0.4)	0.4 (0.3, 0.9)	0.3	0.6 (0.7)
n	25 (26-33-38)	2-2.5-3	30-36-40	2.5 (3)	50	3.5 (4.5)
l (mm)	6-5 (9-25)		2 (3-4)		3-3.5-5.7	
L (mm)	8-9-11	35-36-44-50	3-4-5	24-26-28	5-6-6.4	40 (32-40)
E	0.6-0.7-0.8		0.5-0.6-0.7-0.8		0.5-0.6-0.8	
RELINGAS	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Tipo	Cord	Cord	Cord	Cord	Cord	Cord
Material	Plastic	Plastic	Plastic	Plastic	Plastic	Plastic
Ø (mm)	6 (5-7)	6 (5-7)	5-6	5-6	6 (5-7)	6 (5-7)
W (Kg/100 m)		14-20 (7-12)		12-14-20 (18)		14-20 (7-12)
Largo del marco (cm)	18-25 (19-22)	19-20-26 (18)	14 (11-15-17)	15 (13-16-17-18)	18-25 (19-22)	19-20-26 (18)
n int.	5 (6-7)	5 (6-7)	8 (5-7)	5-8 (7)	5 (6-7)	5 (6-7)
n ext.	1	1	1	1	1	1
FLOTADORES						
Tipo	Cilíndrico		Cilíndrico		Cilíndrico	
Material	Poliétileno		Poliétileno		Poliétileno	
Flotabilidad (gf)	DEIRO1		DEIRO1		DEIRO1	
n°marcos/flotabilidad	4 (2-3-5-6-7)		4 (6-7-9-13)		4 (2-3-5-6-7)	
RED MONTADA						
L (m)	45-50 (25-30)		45-50 (25-30-70)		45-50 (25-30)	
n° redes	100 (15-25-30-50)		100 (15-50)		100 (15-25-30-50)	

2.3 Biometría

Coelho (2000) determinó con especímenes de *Raja undulata* obtenidos en octubre de 1999 y abril de 2000 (de los cuales 58 organismos fueron capturados por redes de trasmallo del proyecto "TRAMMEL NET"), que el intervalo de talla mejor representado en la muestra fue el de 57.5 cm, con 20 individuos de un total de 103, lo que representa el 18% del total de la muestra; la media de la longitud que obtuvo para machos y hembras fue de 64.3 y 64.1 cm respectivamente; la media observada en conjunto fue de 64.2 cm; la talla mínima observada en conjunto fue de 22.4 cm y la máxima fue de 88.2 cm; éstos coinciden a las tallas mínimas y máximas de las hembras, en cambio para los machos obtuvo como mínimo 32 cm y como máximo 83.2 cm; éste autor no encontró diferencia significativa entre las medias de las longitudes totales obtenidas para machos y hembras.

Coelho (2000) menciona que los valores del coeficiente de alometría en la especie *Raja undulata* en las relaciones Peso Total/Longitud Total (**PT/LT**) son superiores a 3, y concluye que tienen una alometría positiva, "esto significa que los animales tienden a hacerse más pesados conforme van creciendo"; encontró que hay diferencias significativas entre las relaciones morfométricas entre machos y hembras, lo que sugiere la existencia de dimorfismo en esta especie: "las hembras son más largas y tienen mayor peso que los machos a medida que van creciendo"; menciona además, que los machos y las hembras presentan un crecimiento diferente en la longitud del disco;

propone la utilización del ancho del organismo (**WT**) y Longitud al primer Disco (**LD1**) para la determinación de la **LT** del cuerpo en organismos demasiado grandes para ser medidos.

2.4 Interpretación de las vértebras

Cruz-Martínez *et al.* (2002), estudiaron el crecimiento del tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) en el sur del Golfo de México, encontraron que las vértebras con edades inferiores de 15 bandas no tuvieron la necesidad de ser teñidas; para el resto de las vértebras el método más eficiente fue el de rojo Alizarin ya que mencionan que es un método fácil y sencillo de utilizar.

McFarlane *et al.* (2002), proponen el uso de los arcos neurales ya que tienen potencial para la determinación de edad para los elasmobranquios; en tiburones de seis branquias las bandas se distinguían y aparecían a intervalos regulares; proponen un estudio posterior para refinar la técnica determinando métodos de corte, tiempo de teñido óptimo y otras soluciones alternativas.

Caillet *et al.* (1983) comprobaron que la técnica de aceite de cedro impregnada en las vértebras de siete especies, funcionaba debido a que la luz transmitida detecta las diferencias en las densidades ópticas del centrum, y no solamente la examinación de la topografía de la superficie.

2.5 Edad

Coelho *et al.* (2002), al analizar las vértebras de 139 especímenes de *R. undulata*, determinaron que la depositación de dos bandas (una opaca y la otra traslúcida) es anual, siendo la banda oscura depositada en verano (abril a octubre) y la traslúcida durante el invierno (diciembre a marzo).

Coelho *et al.* (2002), encontraron que las clases de edad más pequeñas de la raya *R. undulata*, fueron pobremente representadas en su trabajo, aún con los esfuerzos para obtener juveniles; mencionan que es probable que los especímenes de edad 0 capturados representen la **LT** máxima de esta clase de edad, esto lo atribuyen a que los grupos de edades menores no están reclutados por el arte o porque los juveniles se encuentran en diferentes áreas a las muestreadas, posiblemente cerca de la costa en áreas más protegidas y someras; los especímenes más pequeños fueron capturados dentro de la laguna costera Ría Formosa.

Coelho *et al.* (2002b), mencionan que la determinación de la periodicidad de la depositación de las bandas de crecimiento es esencial en cualquier estudio de edad y crecimiento; en su estudio concluyeron que un par de bandas son depositadas cada año (una opaca y una hialina), donde la primera es depositada en los meses de verano y la otra en los meses de invierno.

Natanson *et al.* (2002), validaron la periodicidad de los pares de bandas depositados en la vértebras del tiburón *Lamna nasus* en organismos de hasta 11 años de edad, utilizando recapturas y organismos en los que se sabía su edad; sus datos claramente indicaron que el par de bandas vertebrales son depositadas anualmente y que la banda traslúcida es depositada entre noviembre y abril.

2.6 Crecimiento

Coelho *et al.* (2002) determinaron, para la especie *R. undulata*, que para longitudes de 19.4 cm a 88.2 cm existieron 14 grupos de edades (de 0 a 13), siendo las edades 3 y 8 los grupos más representativos (el 76.4% del total de la muestra); observaron que existe un sobrelapamiento más notorio de la edad con la longitud en los grupos de edades más avanzadas; notaron que el crecimiento era más acelerado en los primeros cinco años de vida y al llegar a edades mayores el crecimiento disminuía.

Para el modelo de crecimiento de *R. undulata*, Coelho *et al.* (2002) obtuvieron una longitud infinita (L_{∞}) de 1102.2 mm, una tasa de crecimiento (K) de 0.11 y una $t_0 = -1.58$ para el total de los organismos; para machos se obtuvo $L_{\infty} = 1122.6$ mm, $K = 0.10$ una $t_0 = -1.23$; en hembras obtuvieron $L_{\infty} = 1088.1$ mm, $K = 0.11$ y una $t_0 = -1.55$; no hubo diferencia significativa entre machos y hembras.

Coelho *et al.* (2002), para la especie *R. undulata*, determinaron que la relación entre **LT** y **WT** es lineal con diferencias significativas entre machos y hembras.

Coelho (2000), para *R. undulata*, obtuvo valores de $L_{\infty} = 980.4$ mm y $K = 0.28$ para machos; para hembras obtuvo una $L_{\infty} = 1245.7$ mm y $K = 0.15$; en conjunto obtuvo $L_{\infty} = 1070.2$ mm y $K = 0.22$; para los tres casos se obtuvo una $t_0 = 0.5$.

Solamente existe un estudio de edad y crecimiento de *R. undulata*, que fue efectuado por Coelho en 2000, donde menciona que los valores obtenidos de las constantes de von Bertalanffy son los esperados para este género, al igual que los bajos valores de K para los elasmobranquios. Indica que las tasas de crecimiento de machos y hembras son idénticas, a pesar de que las hembras pueden llegar a dimensiones superiores. También relaciona los valores de L_{∞} con la **LT** máxima de la muestra y resalta la posibilidad de que los parámetros calculados pueden estar influenciados por el intervalo de la muestra; sugiere que este estudio siga para obtener valores de longitudes extremas.

Cruz-Martínez *et al.* (2002) mencionan que "los factores que afectan la tasa de depositación en los anillos de las vértebras del tiburón toro puede ser afectado por razones no conocidas, sin embargo se sugieren los cambios de temperatura, dieta y estrés relacionado a actividades como migración".

Para la tasa de crecimiento (**k**) del tiburón toro Cruz-Martínez *et al.* (2002), obtuvieron valores de 0.12 para hembras y de 0.16 para machos y concluyen que un crecimiento rápido ayuda a mejorar la habilidad de competitividad, donde los individuos más grandes tienen ventajas sobre los más pequeños; indican que la madurez se alcanza a los 10 años (204 cm **LT**).

2.7 Pesquerías, captura incidental.

Musick *et al.* (2004) presentan diferentes significados para captura incidental: "es la proporción de la captura regresada al mar como el resultado de las consideraciones ya sean económicas, legales o personales, más la captura retenida de especies no objetivo", "otros organismos fuera de las especies objetivo, los cuales no son comerciables por ser muy pequeños o por otras razones", "la proporción de la captura que es descartada muerta en el mar (o lastimada de tal forma que la muerte es inevitable) ya que no tiene o tiene poco valor económico, o porque su retención está prohibida por ley".

La sociedad americana de pesquerías (**AFS**) recomienda que las agencias reguladoras den al manejo de los tiburones y rayas una mayor prioridad, debido al lento crecimiento de sus poblaciones y a su resultante vulnerabilidad a la sobrepesca y al colapso de sus stocks; el manejo de las pesquerías debe ser particularmente sensible a la vulnerabilidad de las especies de tiburones y rayas menos productivas, obtenidas como captura incidental en las pesquerías multiespecíficas (Musick *et al.* 2004).

La **AFS** exige la liberación de los tiburones y rayas obtenidas como captura incidental en tal condición que sobrevivan; las agencias reguladoras deberían ordenar la total utilización de los organismos y prohibir el desperdicio de utilizar solamente la aleta en caso de tiburones (Musick *et al.* 2004).

Musick *et al.* (2004), encuentran que la mayoría de las poblaciones de tiburones y rayas disminuyen más rápido y no son capaces de responder o compensarse tan fuerte o rápidamente, como otros peces, a la reducción de sus poblaciones por las pesquerías; el valor comercial de muchos tiburones y rayas ha disminuido en las pesquerías, debido al impacto económico producido por el colapso del stock, el cual es muy similar al de las especies más productivas ya que el tiempo de recuperación de la población y las pérdidas económicas son mayores.

Musick *et al.* (2004), mencionan que las mayores amenazas a los organismos, que son producto de la pesca incidental, vienen de las pesquerías multiespecíficas, donde los organismos con tasas de crecimiento lento son pescadas hasta el colapso o desaparición de la zona, mientras que los peces más productivos continúan manteniendo la pesquería; por ejemplo, las poblaciones del tiburón *Odontaspis taurus* y del *Carcharhinus obscurus*, que tienen bajas tasas de recuperación, colapsaron debido a la pesca del tiburón del noratlántico, el cual tiene una tasa mayor de crecimiento y es quien continúa manteniendo la pesquería; de la misma manera, el

decaimiento de la población de *Raja lavéis*, obtenida como captura incidental en las pesquerías de Nueva Inglaterra y de Canadá, pudo haber pasado desapercibido sin los datos de su estudio donde se pescó directamente.

Musick *et al.* (2004), indican que la mayoría de los organismos sujetos a pesca son altamente migratorios y rutinariamente cruzan fronteras políticas, donde las áreas de apareamiento y de alevinaje deberán ser manejadas por los estados o por las comisiones de las pesquerías marinas regionales (con jurisdicción sobre las aguas del estado, 0-3 millas de la costa) y las de alimentación, donde la dirección de manejo pesquero tenga jurisdicción sobre la zona económica exclusiva (3-200 millas); también, para un manejo efectivo de dichos stocks, son necesarios convenios multilaterales entre las naciones que pescan, o el control a través de las organizaciones regionales de manejo pesquero.

Musick *et al.* (2004) sugieren que en el manejo de las pesquerías se deberá tener cuidado especial en evitar la sobrepesca de los reclutas, estableciendo cuotas y límites de tamaños para garantizar el reclutamiento y la talla de primera captura adecuada, ya que en muchas especies las hembras maduran a tamaños relativamente grandes y a edades avanzadas donde el crecimiento disminuye considerablemente.

Bonfil (2000) resalta que en las áreas costeras, las pesquerías de arrastre de fondo son las que causan una captura incidental mayor de tiburones y rayas;

indica que debido al uso intensivo de este arte en el mundo y a la fragmentación de la información, no es posible estimar el nivel total de captura incidental de rayas y tiburones a nivel mundial; además, menciona que "en el Golfo de México las pesquerías de camarón descartan 2, 800 toneladas de tiburón anualmente; en el oeste de Canadá se descartan cerca de 640 kg de rayas por cada tonelada que pescan del pez objetivo" en otro estudio se reveló que un total de 232, 000 toneladas de tiburones y rayas (principalmente tiburón azul) son capturados accidentalmente por la pesca con palangre.

Bonfil (2000) encontró varios ejemplos de especies afectadas por pesquerías: "el pez sierra ha disminuido su población a números muy bajos a lo largo de sus rangos de distribución debido a las pesquerías multiespecíficas", "la raya común ha sido eliminada del mar Irlandés desde los años 80's debido a su captura incidental en redes de arrastre"; propone dos formas de poder conducir este problema, el primero se refiere a las medidas del manejo, diseñadas para convencer al pescador de no extraer las pescas incidentales y de incitarlos a tomar medidas para disminuir su captura; la otra categoría que describe es la de los avances tecnológicos para la reducción de captura incidental, esta medida es muy prometedora aunque es cara y lleva tiempo para realizar la investigación pertinente.

Agnew *et al.* (2000), atribuyen el decaimiento de las poblaciones de tiburones y rayas a que son especies con ciclo de vida de estrategia tipo K,

ya que tienen una mortalidad natural, una tasa de crecimiento y una reproducción bajas, lo cual las hace muy vulnerables a los colapsos de los stocks a presiones de pesca aun bajas; mencionan que en la mayoría de las pesquerías demersales las rayas son utilizadas como una captura incidental comercialmente rentable.

Agnew *et al.* (2000) muestran que las especies más grandes, con la mayor edad al madurar (8-12 años), han tenido varios cambios a lo largo de las pesquerías: "la proporción de *Batis griseocauda* ha disminuido en las capturas de toda el área, y la longitud media de captura de *R. flavirostris* ha decrecido", esto lo atribuye a los esfuerzos pesqueros llevados a niveles donde los stocks no los soportan; "ésta es una consecuencia de las medidas de manejo adoptadas, que permiten una captura sustentable en un ensamblaje de rayas general, el cual es hecho con varias especies con diferentes respuestas a la presión y mortalidad por pesca".

Coelho (2000), indica que se ha dado una disminución de las capturas de *R. undulata* más particularmente en Algarve, esto acompañado con un aumento en su valor comercial; recalca que más específicamente en los últimos 11 años, las capturas de estos organismos han disminuido un 46% a nivel nacional y un 29% en Algarve (42% en los últimos 10 años, una vez que en esta región se dio un aumento de su captura de cerca del 18% entre 1987 y 1988); en el mismo periodo de tiempo, el valor medio de lonja aumentó cerca de 75% a nivel nacional y 71% en Algarve.

2.8 Resultados de la selectividad del arte de enmalle.

En el proyecto de donde se obtuvieron los organismos para el presente estudio, se capturaron 63 especies, con un total de captura en número de 8,178 organismos. De las capturas realizadas la especie que destaca es *Sepia officinalis* con una abundancia del 42.6% y una biomasa de 58%, seguido de *Solea senegalensis* y *Synaptura lusitanica*.

Las rayas representaron el 5.18% del total de organismos capturados, para las especies *R. asterias* y *R. undulata* se obtuvo un 2.59%, cada una. Se capturaron otras dos especies de rayas *R. brachyura* con 4 organismos y *R. montagui* con 6 organismos.

Las tasas de captura, calculadas como el número de organismos capturados por longitud de red y número de individuos capturados por cada 100 m de red, desciende al aumentar el tamaño del paño interior, las tasas de las redes con el paño exterior de 400 mm fueron las mayores. La combinación que más número de organismos obtuvo fue la de 80/400 con una $n = 1258$ en la primer campaña y $n = 911$ en la segunda.

Erizini *et al.* (2001) utilizaron diferentes medidas para armar los juegos de redes (paños exteriores con medidas de 600 y 800 mm; y paños interiores de 100, 120 y 140 mm); determinaron que la combinación con mayor número de capturas y tasa de captura ($n/1000m$) fueron las combinaciones de las redes con los paños exteriores con el número de luz de malla 100; para 100/600

tuvieron una captura de $n = 2945$ y una tasa de 58.3; para 100/800 obtuvieron una $n = 3414$ y una tasa de 67.6, siendo esta última la más efectiva.

3. HIPÓTESIS

A partir de la distribución de edades y su ajuste al modelo de von Bertalanffy se puede describir el crecimiento de dos especies de rayas (*Raja asterias* y *Raja undulata*).

4. OBJETIVO GENERAL

Obtener las curvas de crecimiento de las especies *Raja undulata* y *Raja asterias*, realizar una comparación de las curvas de crecimiento entre especies y por sexos de cada una.

5. OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la proporción de sexos de las dos especies.
- Tipificar el crecimiento por especie.
- Determinar la edad de los organismos de dos especies de rayas.
- Evaluar si existe diferencia en el crecimiento entre sexos de las dos especies.

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de Cádiz se encuentra ubicado al Sur-Este de España en la península Ibérica, Europa. Es un amplio entrante del océano Atlántico que se encuentra comprendido entre el Cabo de San Vicente, en las costas de Portugal, hasta el cabo Trafalgar en las costas de España. Tiene una entrada de 270 km aproximadamente; este golfo es una de las regiones marítimas que

se diferencian claramente en Andalucía y forma parte de la región ibero-marroquí. Representa una posición de frontera permeable entre el Atlántico y el Mediterráneo (Junta de Andalucía, 2005)

El Golfo de Cádiz, de la capa superficial hasta los 600 metros, tiene una baja salinidad relativa comprendida entre 35.5 y 35.6‰ y sus características corresponden con las aguas del tipo Nor-Atlántico. Presenta una circulación superficial, originada por la corriente que procede del Atlántico Norte, la cual se bifurca al llegar al Cabo de San Vicente; una rama continúa hasta las Canarias y la otra penetra en el golfo, adquiriendo un movimiento anticiclónico. Al llegar al estrecho de Gibraltar parte de esta agua entra al Mediterráneo y el resto continúa hacia el Sur en dirección a la costa africana. En las profundidades mayores a 600 metros se localizan las aguas que proceden del Mediterráneo, caracterizadas por su alta salinidad relativa (36.5 ‰) y su mayor temperatura (11.9° C) (Rubín *et al.* 1999).

El agua atlántica entra como una corriente interna a una velocidad de 100 cm por segundo, formando un giro anticiclónico entre la costa española y la africana. Las características hidrológicas de las masas de agua, unidas a las condiciones atmosféricas tienen como resultado la generación de surgencias. Existen zonas de afloramiento en el extremo occidental del Golfo de Cádiz. Los valores de producción en el golfo son mayores a los encontrados en el Mar de Alborán (70-120 gr. / cm³) y los máximos se alcanzan en verano (Junta de Andalucía, 2005).

El fondo del Golfo de Cádiz puede estar constituido por sustrato con rocas, con arenas y fangos; en el sustrato rocoso abundan las algas y los poliquetos, y se pueden encontrar endemismos mediterráneos en aguas atlánticas. Sobre el sustrato blando o arenoso abunda la fauna piscícola en praderas de *Caulerpa* y *Pisidonia*. En los fondos de arena y fango de Huelva y en áreas a donde llegan aportes contaminantes son abundantes los poliquetos y en los no contaminados abundan los moluscos (Junta de Andalucía, 2005).

7. METODOLOGÍA

La extracción de los organismos se realizó, como se mencionó anteriormente, con la metodología establecida por el proyecto base. Ésta consistió en el registro de los métiers utilizados para el arte del trasmallo para peces planos practicado en el Golfo de Cádiz. Se analizaron trece puertos pesqueros, seis en la provincia de Huelva y siete en la provincia de Cádiz. Este estudio se realizó en aguas del litoral de Huelva, concretamente en las aguas localizadas en el término municipal de Moguer de la Frontera, frente a las playas de Mazagón. La zona de pesca abarcó dos áreas, cuyas superficies se encuentran comprendidas entre las siguientes coordenadas (Fig. 5):

1er campaña: 37° 05' 656 N – 6° 45' 590 W **2da campaña:** 37° 04' 119 N – 6° 43' 102 W

37° 04' 674 N – 6° 46' 210 W

37° 03' 713 N – 6° 42' 732 W

En la segunda campaña, realizada en otoño, se muestreó en los meses de octubre (11 días) noviembre (12 días) y diciembre (7 días). La profundidad

media de pesca fue de 9.4 m (entre un rango de 6 a 16.4 m) y la distancia aproximada a la costa de 2-3 millas náuticas. El tipo de fondo sobre el que se calaron las redes es fangoso, sin rocas o arrecifes rocosos.

Los métiers de las redes fueron definidos en términos de la actividad pesquera de un particular grupo de pesca, que tiene como objetivo una especie principal, durante un periodo específico en el año, así como el tipo de fondo, tiempo de estancia y profundidad.

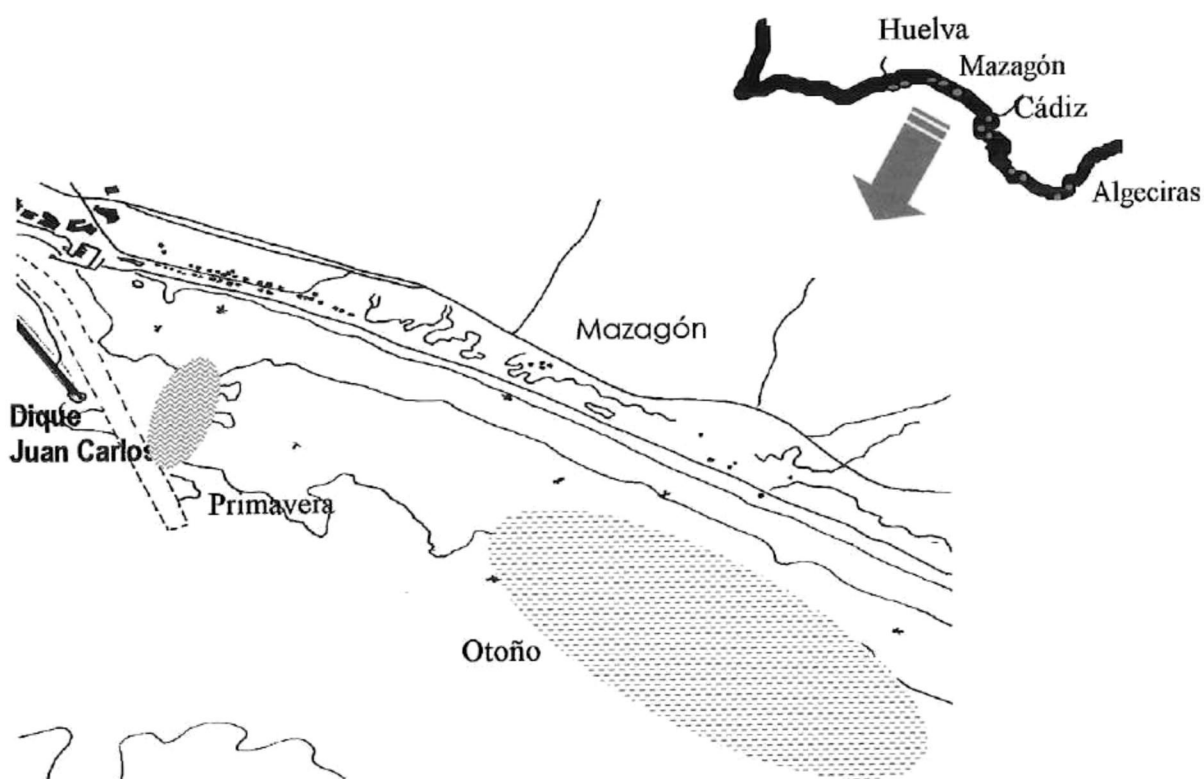


Figura 5. Ubicación del área de estudio, la cual se encuentra recalcada de color azul (campana de primavera) y rojo (campana de otoño). Tomado del proyecto base.

7.1 Biometría

En este estudio se examinaron las rayas capturadas para la segunda campaña, se les realizó un análisis biométrico, obteniendo los siguientes datos: Longitud Total (**LT**), Longitud del Primer Disco (**LD1**), Longitud del Segundo Disco (**LD2**), Envergadura (**WT**), Longitud Pre-ocular (**LPO**) y Longitud Pre-bucal (**LPB**) (Fig. 6); estas mediciones se realizaron con un ictiómetro en milímetros. El Peso Total (**PT**), Peso Eviscerado (**PE**), Peso Digestivo Lleno (**PDII**), Peso Digestivo Vacío (**PDV**) y Peso de las Gónadas (**PG**) se midieron con una balanza (Gram HGS/15K); el sexo de los organismos fue determinado externamente, a partir del dimorfismo sexual que presentan los elasmobranquios, con base a la presencia o ausencia de pterigopódios y en el caso de presentarlos se midieron con un vernier (ancho y largo).

7.2 Extracción y limpieza de las vértebras

A cada organismo se le extrajeron tres vértebras de la parte anterior del cuerpo, específicamente las vértebras 14, 15 y 16 (Fig. 7), como lo describió Coelho (2000), ya que indica que las vértebras de esta zona son las de mayores dimensiones y verifica que las primeras 10 vértebras presentan un achatamiento dorso-ventral que dificulta su lectura.

La limpieza de las vértebras fue realizada como lo propusieron Caillet et al. (1983), el cuerpo de la vértebra fue individualizado, removiendo los arcos neurales, hemales y el tejido conjuntivo. Posteriormente fueron inmersas en

una solución de hipoclorito de sodio al 50% con agua dulce durante 10 a 15 minutos, hasta que las partes cónicas quedaran limpias de tejido conjuntivo y de restos de notocordio. Después de este periodo, cada vértebra fue enjuagada con agua corriente durante 10 minutos para retirar los vestigios del hipoclorito de sodio, y finalmente se dejaron secar.

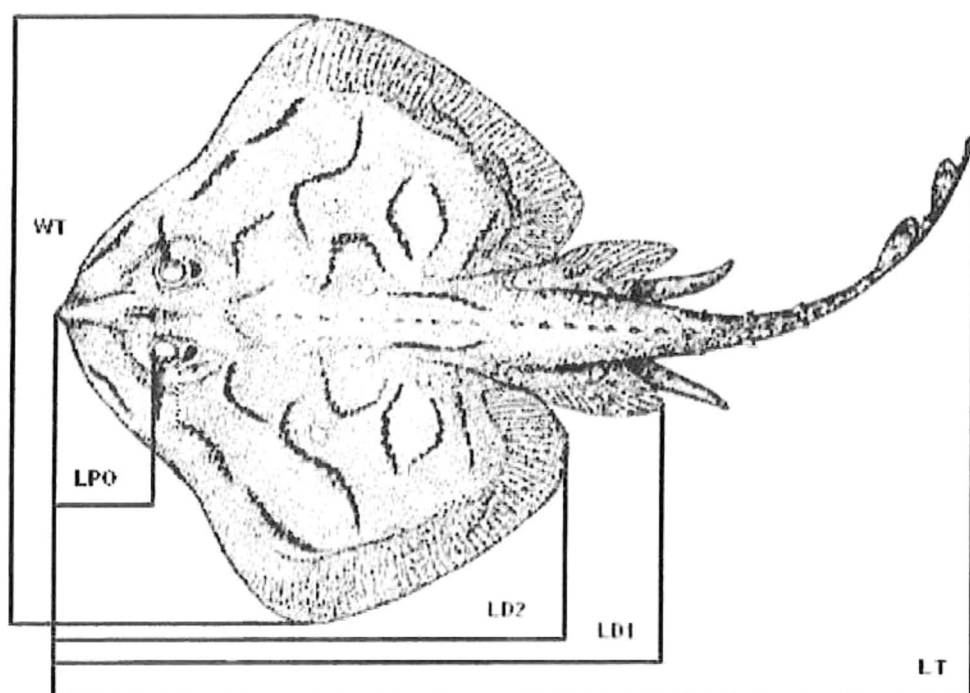


Figura 6. Mediciones realizadas a los organismos, Longitud Total (**LT**), Longitud del Primer Disco (**LD1**), Longitud del Segundo Disco (**LD2**), Envergadura (**WT**), Longitud Pre-ocular (**LPO**), las medidas se hicieron en milímetros (mm).

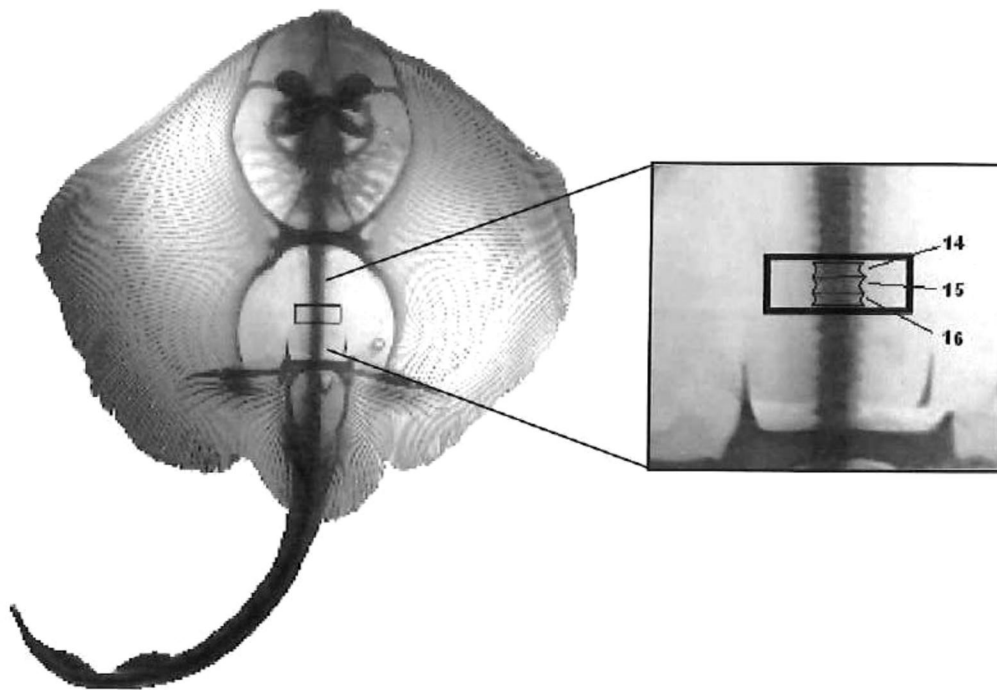


Figura 7. Localización del área de donde se extrajeron las vértebras (13, 14 y 15) para determinar la edad de cada organismo.

7.3 Estructura de la población

Para obtener una caracterización de la población de *R. undulata* y *R. asterias* en el Golfo de Cádiz, se determinó la proporción que hay entre machos y hembras en ambas especies, esto se hizo con el total de la muestra; se comparó la cantidad de organismos capturados en los meses de muestreo y por sexos; se utilizó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como análisis de la abundancia relativa, tomando como esfuerzo (f) el

número de días trabajados por mes y utilizando la cantidad de organismos pescados en cada uno de los meses.

Tomando como base la **LT** se analizó la distribución de frecuencia de la muestra para distinguir sus diferentes grupos modales representados por la talla; para esto se utilizaron los valores máximos y mínimos, y se dividió entre el número de intervalos que mejor representaron el total de las tallas obtenidas para ambas especies. La cantidad de intervalos dependió de la frecuencia de organismos que correspondió a cada marca; en este caso se utilizó el intervalo con la menor cantidad de ceros representando su marca de clase.

7.4 Relaciones morfométricas

Se realizó un análisis de las correlaciones que se obtuvieron entre las relaciones de longitud/peso de las diferentes variables morfométricas (**LT**, **LD1**, **LD2** y **WT** entre **PT** y **PE**) y se utilizaron las que su correlación fue mayor para obtener una mejor descripción del crecimiento de cada especie. Se tomó como base que el crecimiento está representado por la ecuación:

$$W = aL^b$$

Donde:

$$W = PT \text{ ó } PE.$$

$$L = LT, LD1 \text{ ó } LD2.$$

a y **b** son constantes que representan los parámetros de esta relación, siendo **a** la ordenada al origen y **b** el coeficiente de alometría.

El parámetro de b oscila entre valores arriba o debajo de 3 que se interpretan como:

- Si $b = 3$ el crecimiento es isométrico, esto es que la longitud del cuerpo del pez aumenta proporcionalmente a su peso.
- Si $b < 3$ el crecimiento es alométrico negativo, la longitud del pez aumenta más rápido que su peso.
- Si $b > 3$ el crecimiento es alométrico positivo, el peso aumenta más rápido que su longitud (Coelho, 2000)

Se hizo una comparación entre sexos de las mediciones obtenidas (**LT, LD1, LD2, WT, LPB y LPO**) para poder identificar si en estas especies existe algún dimorfismo. Para realizar esto se utilizó una prueba estadística de t-student con un α de 0.05.

7.5 Determinación de la edad

La interpretación de las bandas de calcificación anuales de las vértebras, (provenientes de 101 organismos para *R. undulata* y de 113 organismos para *R. asterias*) se realizó con ayuda de un microscopio de disección con iluminación transversal proveída por una lámpara de fibra óptica. A cada vértebra se le determinó la cantidad de bandas calcificadas observadas.

Para efecto del retrocálculo, se midió la distancia del centro de la vértebra a cada una de las bandas (r^1 , r^2 , r^3 , etc.), así como el ancho total (R) del centro al extremo de la vértebra. Para realizar estas mediciones se utilizó la reglilla del ocular, que para fines del retrocálculo, se usó como unidades de distancia estándar, donde a un aumento de 1.5X, 1 mm corresponde a 15

unidades de la reglilla (Fig. 8). Todas las vértebras se leyeron con el mismo aumento.

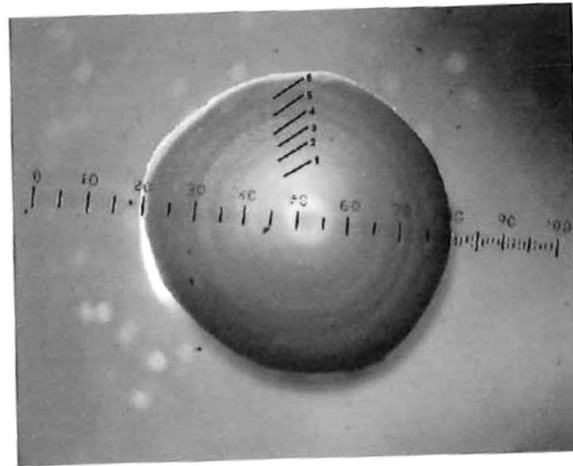


Figura 8. Vértebra observada a través del microscopio de disección, se observa la reglilla del ocular con la que se midió cada vértebra. En esta vértebra el número de bandas son 6.

7. 6 Verificación de las edades

La validación consistió en comparar los grupos de edad obtenidos por la interpretación de las vértebras (método directo) con otro método. Para este estudio se utilizó un método gráfico. En este caso, debido a la ausencia de algunos intervalos de talla, se utilizó el método de Battacharya con ayuda del programa Fisatt I (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools, versión 0.1) por medio del cual se pudieron separar las sobreposiciones de los elementos de las distribuciones normales.

Tal como sugiere Coelho (2000), el retrocálculo se utiliza como un método de verificación de edad, ya que ésta puede ser definida como un proceso

para confirmar la estimación de la edad por comparación con otro método que no sea directo. La validación es la conclusión de diferentes pruebas aplicadas para demostrar que las bandas de crecimiento son depositadas en un periodo temporal conocido, normalmente, mas no necesariamente, anual.

7. 7 Retrocálculo

El retrocálculo consiste en la inferencia de la longitud de un individuo en edades anteriores, es estimado a través de su longitud en el momento de su captura y de las marcas de crecimiento depositadas, en este caso, en las vértebras (Soriguer, 2003). En el presente estudio se utilizó el método descrito por Fraser-Lee (citado por Francis 1990).

Se comprobó la normalidad de los datos observados y calculados por el retrocálculo, con una prueba de normalidad (Q-Q). Se determinó por proporciones y por medio del método de bondad de ajuste (χ^2) si los resultados observados y calculados tenían diferencia significativa.

7. 8 Modelación

Las edades determinadas se asociaron a sus **LT's** correspondientes para poder obtener las constantes del modelo de von Bertalanffy (1938), el análisis se realizó para cada especie y también por sexo para poder determinar si existía diferencia en el crecimiento entre especies y sexos. Se utilizó el valor

medio de la longitud en cada edad y la prueba estadística t-student ($\alpha = 0.05$).

Se aplicó el método de Ford-Walford para obtener la longitud infinita (L_{∞}) y el coeficiente de crecimiento (k), y el método de Beverton y Holt para poder obtener el valor de t_0 .

En el caso de las dos especies, las edades observadas no fueron suficientes para obtener las constantes de crecimiento aún con los datos obtenidos por el retrocálculo, por lo que los datos observados y retrocalculados (en el caso de *R. undulata*) se sumaron a los datos obtenidos por Coelho *et al.* (2002), para poder obtener las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Se determinó la diferencia de este modelo entre sexos y entre los resultados obtenidos por el autor, mediante la prueba de Pearson con un $\alpha = 0.05$; con esta prueba también se comprobó la significancia del modelo de crecimiento.

8. RESULTADOS

Para la especie *Raja undulata* (Fig. 9, a) se capturaron 121 organismos de los cuales el 56% fueron machos y el 44% fueron hembras con una proporción de 1:0.77. Para *Raja asterias* (Fig. 9, b) de los 141 especímenes capturados el 46% fueron machos y el 54% restante hembras, con una proporción de 1:1.17.

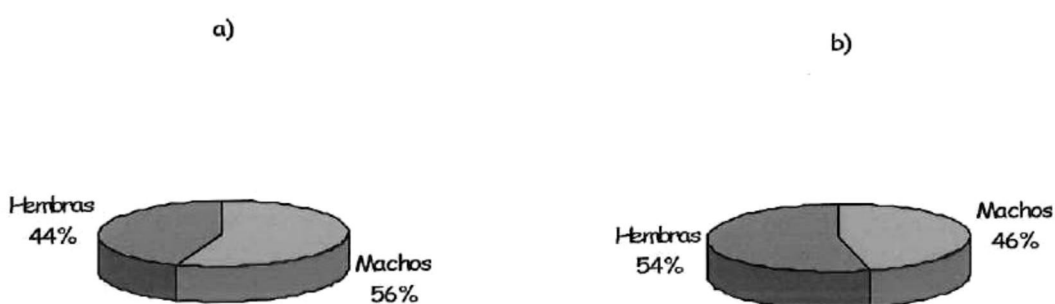


Figura 9. Proporción de sexos para a) *Raja undulata* y b) *Raja asterias* en el total de la muestra.

Para *R. undulata* hubo un aumento en la cantidad de organismos capturados conforme transcurrieron los meses de muestreo, de septiembre a diciembre (Fig. 10); la mayor cantidad registrada fue en el mes de diciembre con un porcentaje del 41.74% del total de la muestra, la misma cantidad de ejemplares resultó para los dos sexos (24 organismos cada uno).

En el muestreo de los meses de octubre y noviembre la cantidad de machos fue mayor al de las hembras, mientras que en septiembre y diciembre las cantidades fueron las mismas.

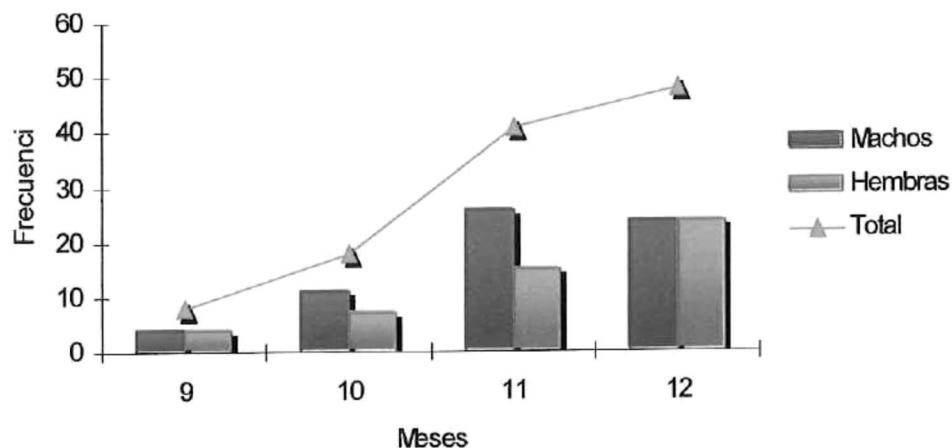


Figura 10. Frecuencia del total de los organismos en cada mes y ocurrencia por sexo para *R. undulata* en la temporada de muestreo (cada el mes está representado por su número).

Al realizar el análisis de abundancia relativa utilizando las **CPUE** en esta especie se obtuvo que para el mes de Octubre se capturaron 1.63 organismos por día muestreado, para Noviembre se obtuvieron 3.41 y para Diciembre 6.85 (Fig. 11).

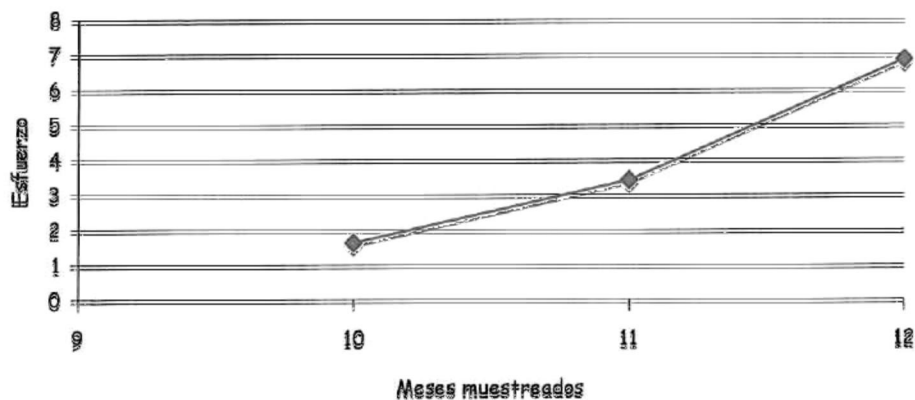


Figura 11. Captura de *R. undulata* por unidad de esfuerzo (CPUE) obtenida por día trabajado en los meses octubre (10), noviembre (11) y diciembre (12).

En el caso de *R. asterias*, se encontró que el mes de mayor captura fue noviembre con 86 especímenes (Fig. 12), el cual representó más de la mitad del total de los capturados; los machos resultaron más frecuentes que las hembras. En el mes octubre el porcentaje de organismos fue del 12.68%; sin embargo, para noviembre la captura aumentó un 80%. En diciembre los porcentajes descendieron más del 70% en relación a noviembre, donde hubo una mayor cantidad de hembras que de machos, las cuales representaron más de la mitad de la muestra.

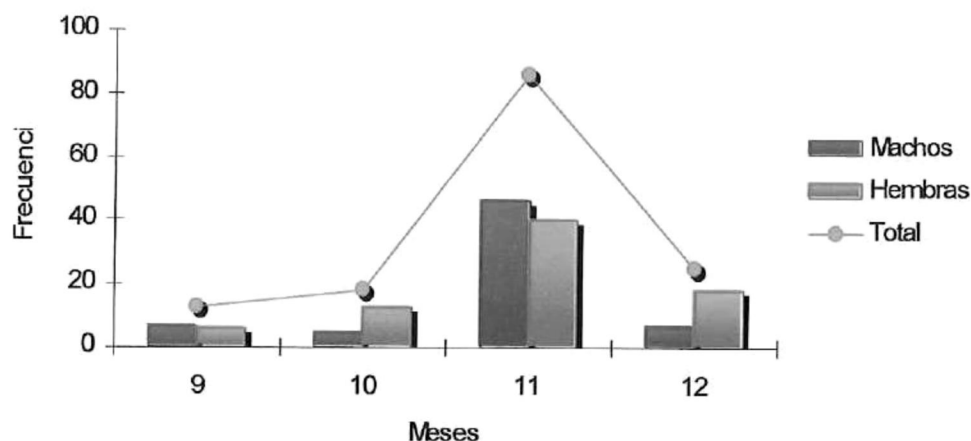


Figura 12. Frecuencia del total de los organismos en cada mes y ocurrencia por sexo para *R. asterias* en la temporada de muestreo (los meses están representados por su número).

Al realizar el análisis de abundancia relativa utilizando las **CPUE** en esta especie, se obtuvo que para el mes de Octubre se capturaron 1.63 organismos por día muestreado, para Noviembre se obtuvieron 7.16 y para Diciembre 3.57 (Fig. 13).

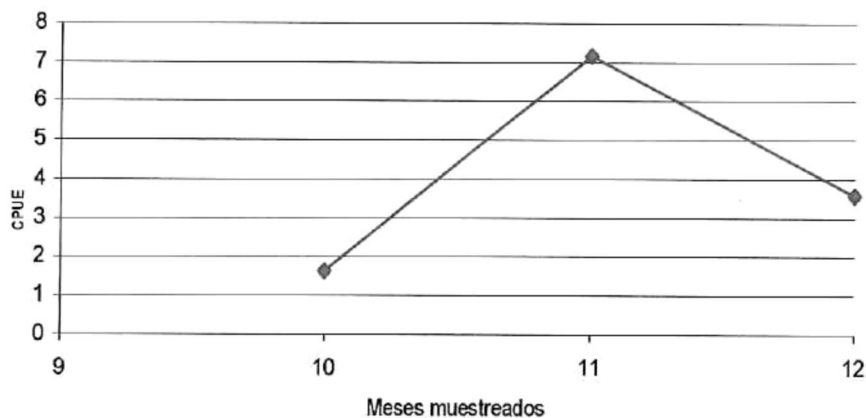


Figura 13. Captura de *r. asterias* por unidad de esfuerzo (**CPUE**) obtenida por día trabajado en los meses de octubre (10), noviembre (11) y diciembre (12).

La talla mínima encontrada para *R. undulata* fue de 130 mm y la talla máxima de 700 mm; la media observada fue de 338.98 mm. El intervalo de talla con mayor frecuencia fue el de 359 mm (Fig. 14); se pudo observar la existencia de tres grupos modales con marca de clase de 276, 359 y 588 mm. Para machos la media fue de 340.8 mm y para hembras fue de 339.56 mm; no se encontró diferencia significativa entre las **LT** medias de machos y hembras ($t = 0.0774$, $\alpha = 0.05$).

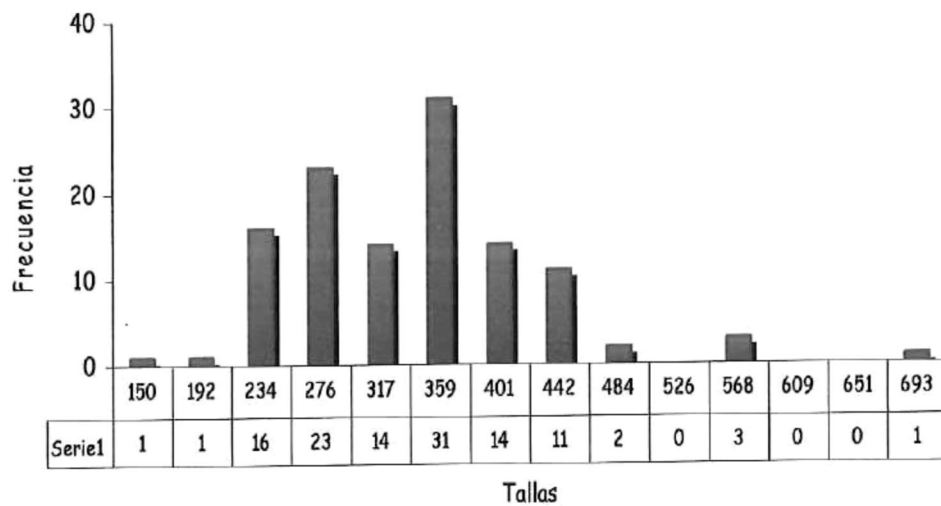


Figura 14. Frecuencia para los diferentes intervalos de tallas para *R. undulata*.

Para *R. asterias*, la talla mínima fue de 124 mm y la máxima de 623 mm; se obtuvo una longitud media de 341.91 mm. El intervalo con mayor frecuencia fue el de 368 mm (Fig. 15). Se observaron dos grupos modales con las marcas

de clase de 221 y 368 mm. Para machos la media fue de 349 mm y para hembras fue de 336 mm; no se encontró diferencia significativa entre las **LT** medias de machos y hembras ($t = 1.0556$, $\alpha = 0.05$).

En el caso de las dos especies solamente se encontró un organismo de talla mayor a los 600 mm, por lo que al hacer más finos los intervalos de talla, se obtuvieron intervalos sin organismos representados entre la talla mayor y el resto de las tallas más frecuentes.

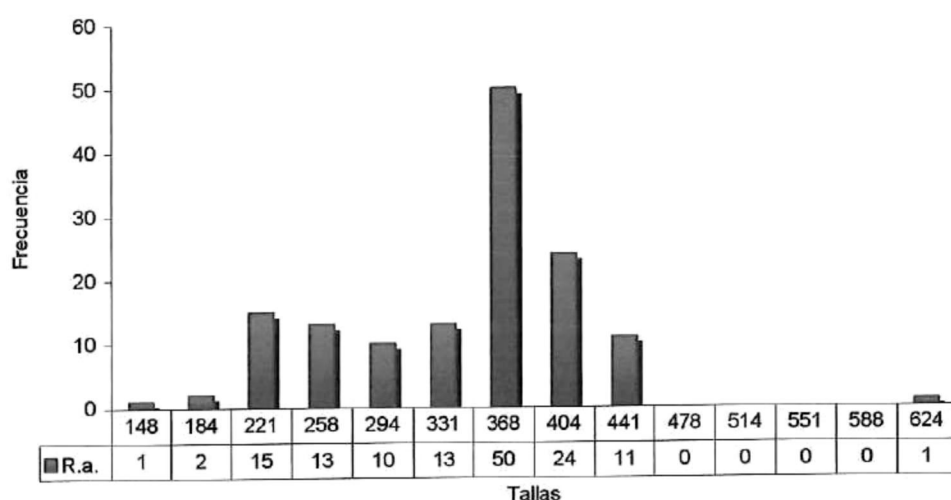


Figura 15. Frecuencia para los diferentes intervalos de tallas para *R. asterias*.

8.1 RELACIONES MORFOMÉTRICAS

Al obtener las relaciones de longitud/peso para determinar si el crecimiento de cada especie es isométrico o alométrico, se tomaron en cuenta aquellas con una mayor correlación.

Para *R. undulata* la relación **LT/PT** (Fig. 16) tuvo una correlación de 0.9491 y el valor de "**b**" fue de 3.0194. La relación **LT/PE** (Fig. 17) obtuvo una correlación de 0.9583 y el valor de "**b**" fue de 3.0453. En ninguna de las dos relaciones existió diferencia significativa entre los machos y hembras ($t = 0.0977$, $\alpha = 0.05$ para **LT & PT**) y ($t = 0.1101$, $\alpha = 0.05$ para **LT & PE**), por lo que se presenta una sola regresión en ambos casos.

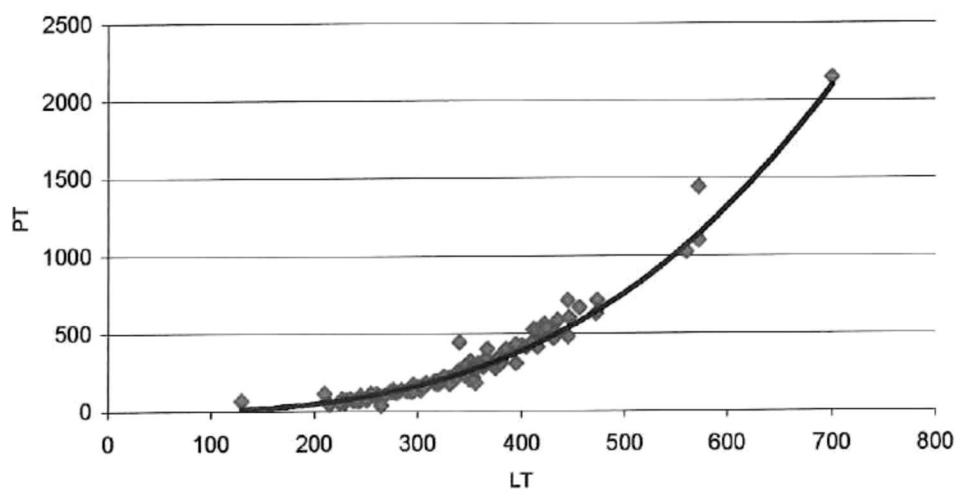


Figura 16. Relación longitud total (LT, en milímetros) y peso total (PT, en gramos), para determinar el tipo de crecimiento para *R. undulata*.

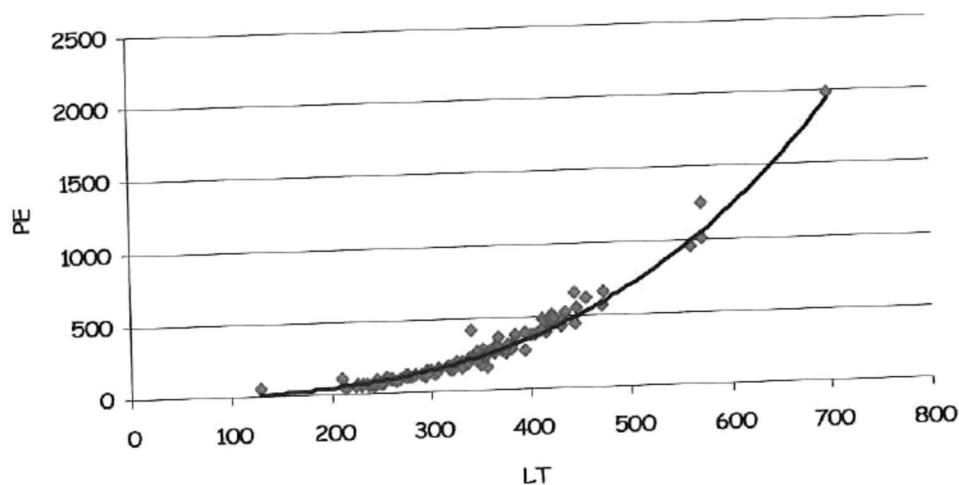


Figura 17. Relación longitud total (LT, en milímetros) y peso eviscerado (PE, en gramos), para *R. undulata*.

Para *R. asterias* la relación **LT** contra **PT** (Fig. 18) obtuvo una correlación de 0.9143 y el valor de "**b**" fue de 2.5629. Al relacionar la **LT** con el **PE** (Fig. 19) se obtuvo una correlación de 0.9136, y el valor de "**b**" fue de 2.6157. No existieron diferencias significativas entre las relaciones de machos y hembras ($t = 1.1949$, $\alpha = 0.05$, para **LT & PT**) y ($t = 1.1218$, $\alpha = 0.05$, para **LT & PE**) por lo que se presenta una sola regresión en ambos casos.

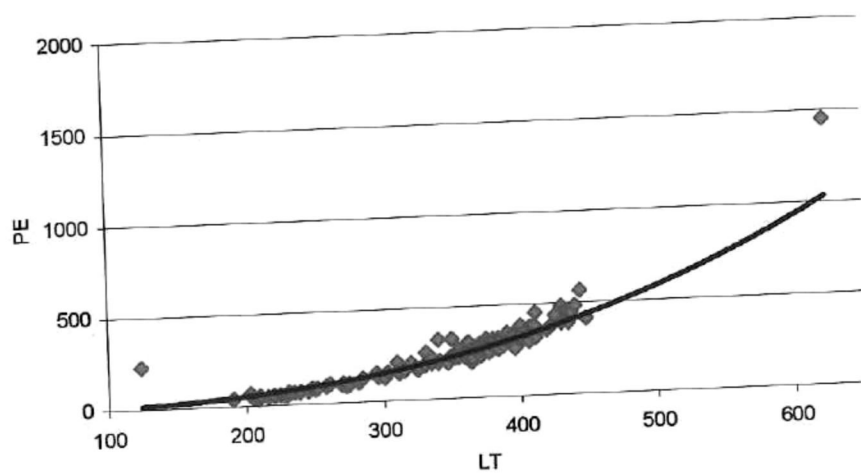


Figura 18. Relación longitud total (LT, en milímetros) con el peso total (PT, en gramos), para *R. asterias*.

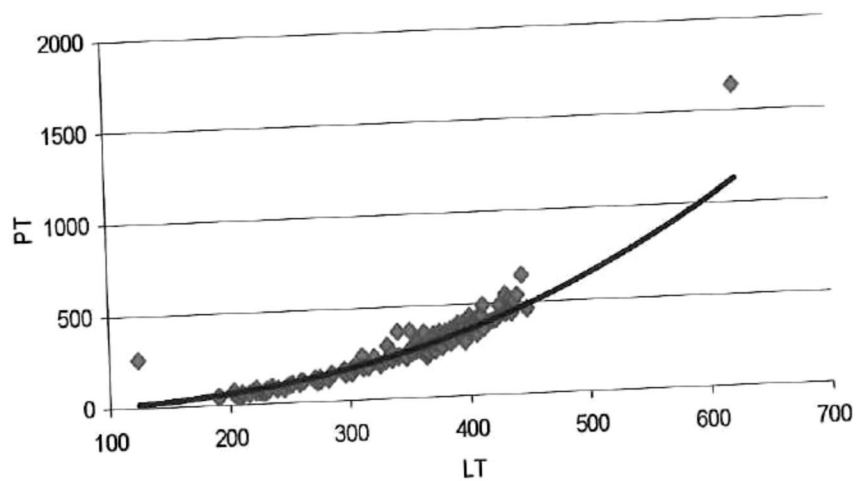


Figura 19. Relación longitud total (LT, en milímetros) con el peso eviscerado (PE, en gramos), para *R. asterias*.

No existe diferencia significativa (t-student, $\alpha = 0.05$) entre las mediciones obtenidas para machos y hembras en **LD1**, **LD2**, **WT**, **LPB**, **DO** y **LPO**, para ambas especies (Tabla IV).

Tabla IV. Valores medios de las diferentes mediciones obtenidas para ambas especies.

	Sexo	Raja asterias			Raja undulata		
		n	Media	Varianza	n	Media	Varianza
LD1	Machos	65	209.969	1719.218	68	205.09	3051.34
	Hembras	77	201.494	2265.543	54	198.61	2827.94
LD2	Machos	65	183.046	1230.982	68	178.85	2018.46
	Hembras	77	175.039	1584.196	54	178.54	1690.67
WT	Machos	65	235.646	2391.920	68	230.88	3299.75
	Hembras	77	231.935	2944.956	54	226.37	3180.05
DO	Machos	65	9.869	1.719	68	10.45	3.29
	Hembras	77	9.688	3.095	54	10.64	3.86
LP	Machos	65	47.378	74.807	68	44.03	116.75
	Hembras	77	46.101	95.040	54	44.17	110.60
LPB	Machos	65	42.069	50.481	68	38.96	71.25
	Hembras	77	40.954	63.087	54	41.36	224.70

8.2 EDAD

Se analizaron un total de 303 vértebras provenientes de 101 organismos (3 de cada individuo), se obtuvieron siete grupos de edad (de 0 a 6) para *R. undulata* (Fig. 20). Los mejor representados fueron los de edad 0 a 3, el de edad uno fue el mejor representando con el 45% de la muestra total. En los grupos de edad 0, 2 y 3 los machos fueron más frecuentes que las hembras; en la edad uno hubo una mayor cantidad de hembras que de machos. Se obtuvieron dos ejemplares de edad cuatro y seis, hembra y macho respectivamente.

Para *R. asterias* se analizaron un total de 339 vértebras provenientes de 113 organismos (3 de cada individuo). Se encontraron cinco grupos de edad (de 0 a 4) (Fig. 21), el grupo mejor representado es el de edad tres, siendo éste el 31.1% del total de la muestra. De los grupos 0 al 3 se observa un aumento de organismos que decae al llegar a la edad cuatro. En los tres primeros grupos las hembras fueron más frecuentes que los machos, posteriormente en la edad 3 y 4 los machos son dominantes.

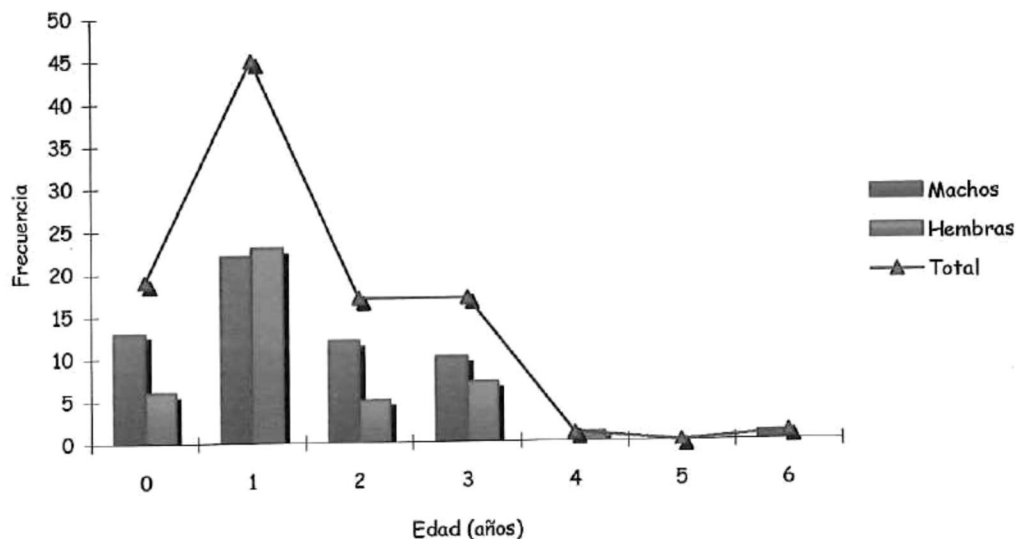


Figura 20. Frecuencia de organismos para los grupos de edad para *R. undulata*, presentación del total y comparación entre sexos.

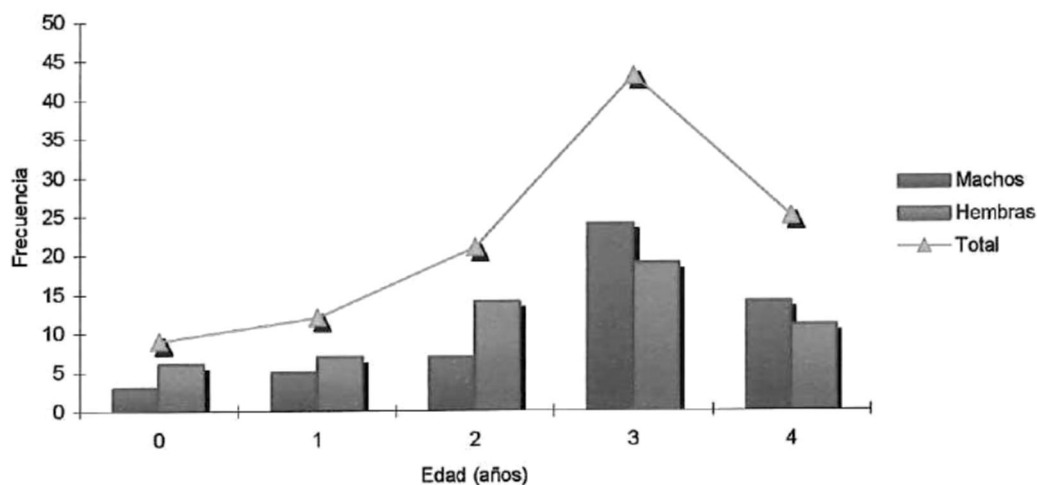


Figura 21. Frecuencia de organismos para los grupos de edad para *R.asterias*, presentación del total y comparación entre sexos.

Al realizar la verificación de los grupos de edades encontrados por la interpretación de la vértebras por el método Battacharya se encontraron 5 grupos modales para *R. undulata*, para *R. asterias* se encontraron igualmente 5 grupos modales, los cuales concuerdan con los leídos. Las medias de los grupos no coinciden con las medias encontradas en las clases modales observadas.

8.3 CRECIMIENTO *R. undulata*

Se relacionaron las edades obtenidas con su **LT** correspondiente (Fig. 22), para las clases de edad 4 y 6 solamente se encontró un representante para cada una, con **LT's** de 445 mm y 700 mm respectivamente (Tabla V). El valor de la **LT** promedio de cada clase de edad fue en aumento, sin embargo se

observó el traslape de algunas longitudes entre las diferentes edades. Las clases con mayor traslape fueron la 2 y la 3.

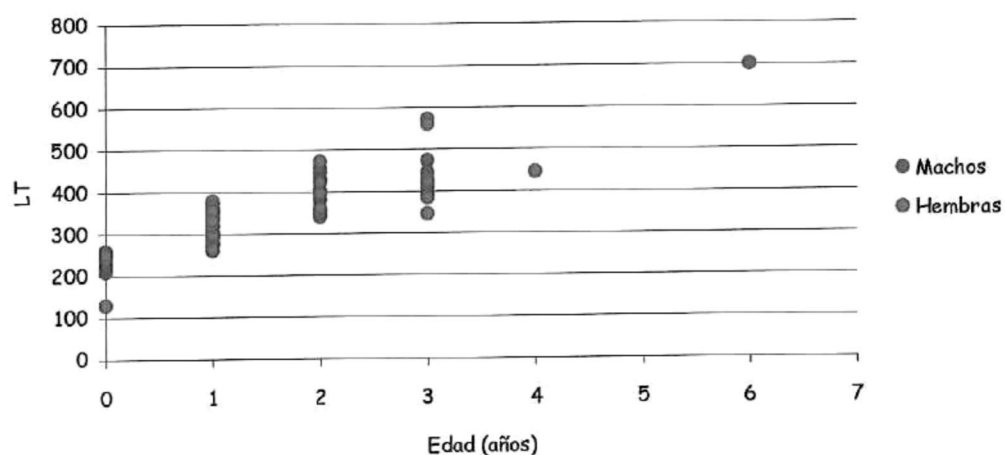


Figura 22. Longitudes totales (LT) asociadas a sus edades, diferencia entre machos y hembras.

Tabla V. Edades asociadas a sus longitudes mínimas y máximas (en milímetros), así como su promedio.

Edad	Frecuencia	Media de la LT	L mínima	L máxima
0	21	237.9	130	290
1	44	319.29	261	378
2	17	395.11	339	472
3	18	436.66	346	572
4	1	445	445	445
6	1	700	700	700

Por medio del retrocálculo se obtuvieron 142 registros extra (Fig. 23), se obtuvieron longitudes de la clase de edad 5 de la cual no se tenían datos, en este caso no pudo haber comparación para cotejar su valor.

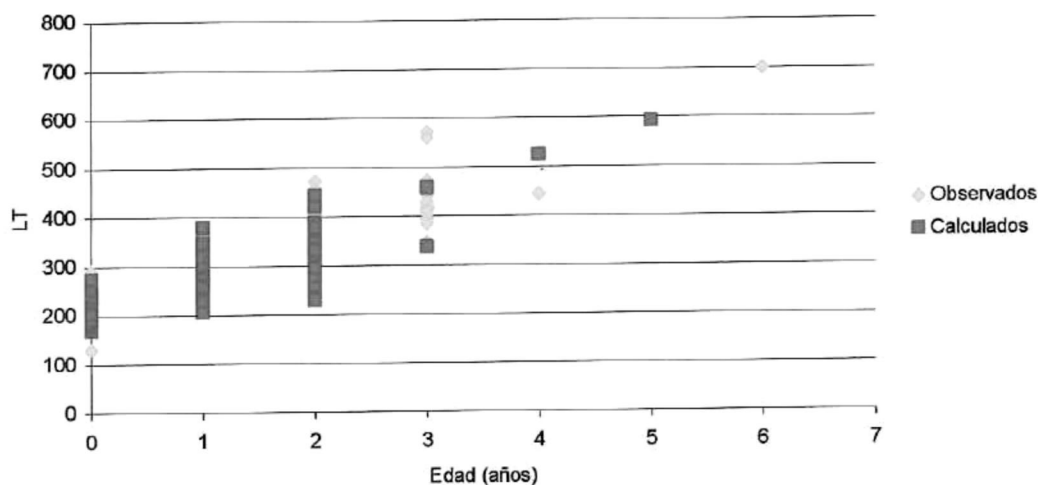


Figura 23. Comparación de los datos obtenidos por el método del retrocálculo y los observados, LT (longitud total en milímetros).

Al realizar la prueba de normalidad se determinó que los datos de longitudes totales en general no son normales, por lo que se utilizó la mediana para el análisis estadístico (Tabla VI). Se determinó por proporciones y por medio del método de bondad de ajuste que los resultados observados y retrocalculados no tenían diferencias significativas.

Los valores de las **LT's** de las edades retrocalculadas ($r = 0.965$) se encontraron por debajo de los observados ($r = 0.988$) (Fig. 24); en las edades 4 y 5 el valor de los calculados fue mayor al de los observados; en los otros grupos de edades restantes el valor de los calculados fue menor. Las líneas de tendencia de los dos resultados convergieron en el grupo de edad 5.

Tabla VI. Medianas obtenidas para la validación de los resultados.

Edad	n obs	Mediana		n calc	RT	LT (mm)
		RT	LT (mm)			
0	19	10	244	81	5	202
1	44	15	317	37	10	258
2	17	19	395	20	13	308
3	18	21	419	2	21	398
4	1	24	445	1	30	525
5	-			1	35	593
6	1	43	700	-		-

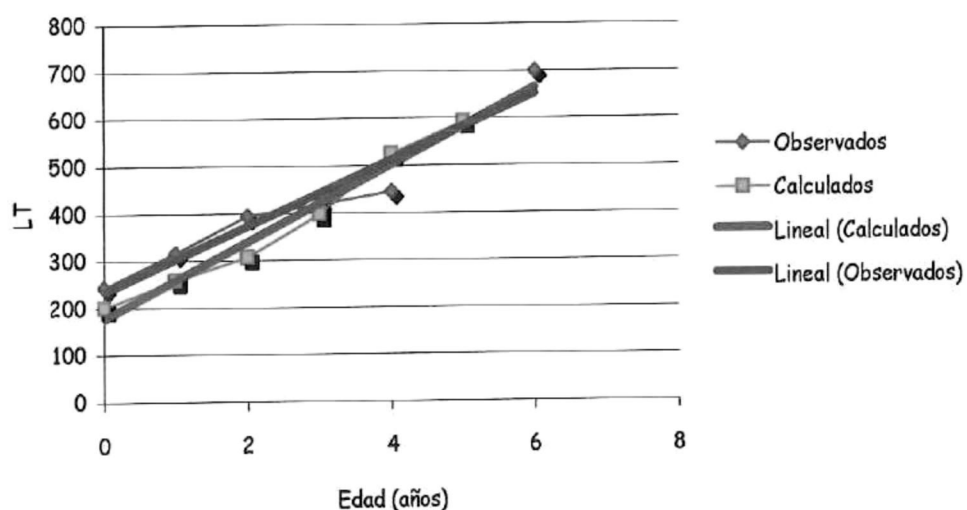


Figura 24. Comparación del comportamiento de las edades observadas y calculadas, con las LT (longitudes totales, en milímetros).

No hubo diferencias significativas entre las medias de las longitudes totales observadas y retrocalculadas por sexos para las primeras clases de edad (0 a 3), para la clase cuatro hubo una diferencia significativa entre las medias de

machos y hembras (Prueba t, $\alpha = 0.05$). Para las clases de edad 5 y 6 no se pudo comparar entre sexos debido a que solamente se tuvieron valores de machos a esas edades (Fig. 25).

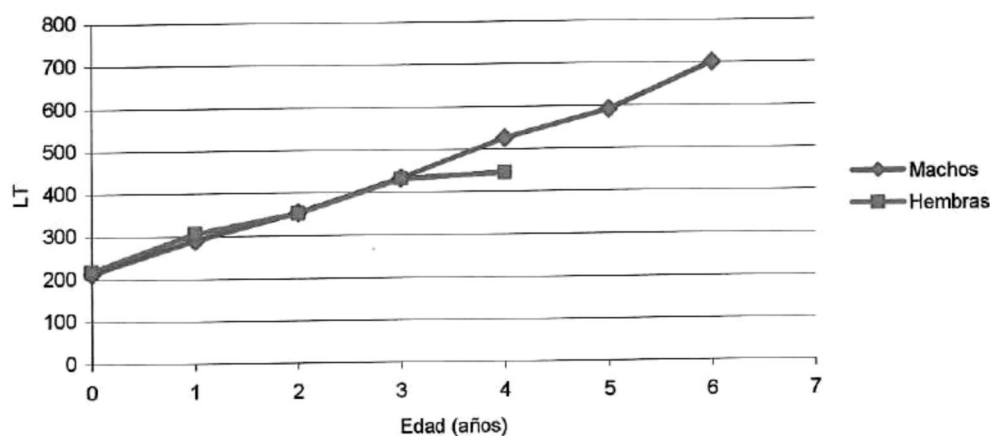


Figura 25. Comparación entre las LT medias (longitud total en milímetros) de machos y hembras para cada edad.

Con los datos obtenidos de **LT** y edad (observados, retrocalculados y de ambos sexos) no se pudieron obtener los parámetros de crecimiento de *R. undulata*, debido a que los grupos de edades no son suficientes para poder observar la estabilización del crecimiento de la especie (Fig. 26).

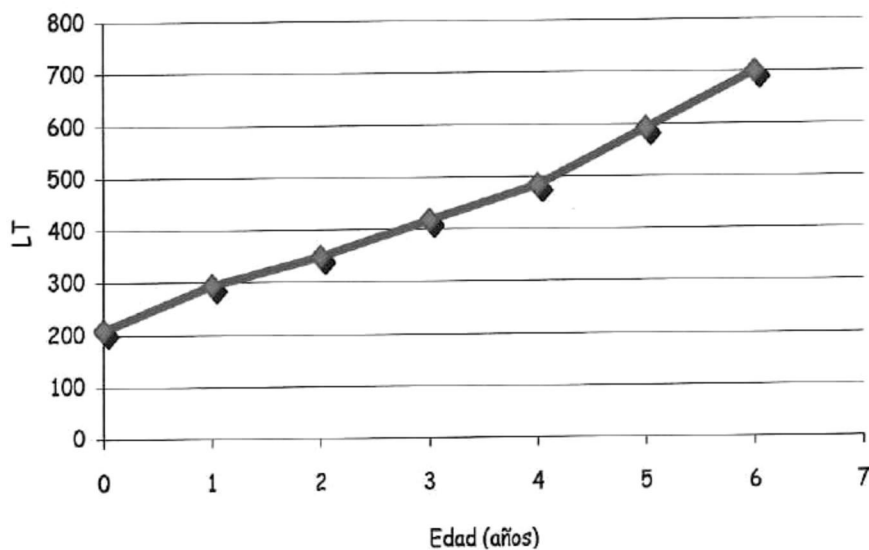


Figura 26. Longitudes totales (LT, en milímetros) asociadas a sus edades para *R. undulata*, se utilizaron las medias del total de los datos.

8.4 CRECIMIENTO *R. asterias*.

Para *R. asterias* al relacionar las **LT's** obtenidas con sus edades calculadas (Fig. 27), se observó que para los grupos de edad 2, 3 y 4 las longitudes se traslaparon más que en los grupos 0 y 1. Los valores del promedio de la **LT** para esta especie fueron igualmente ascendentes; en todas las edades subsecuentes a la edad 0, las longitudes mínimas entraron en el intervalo de cada edad (Tabla VII).

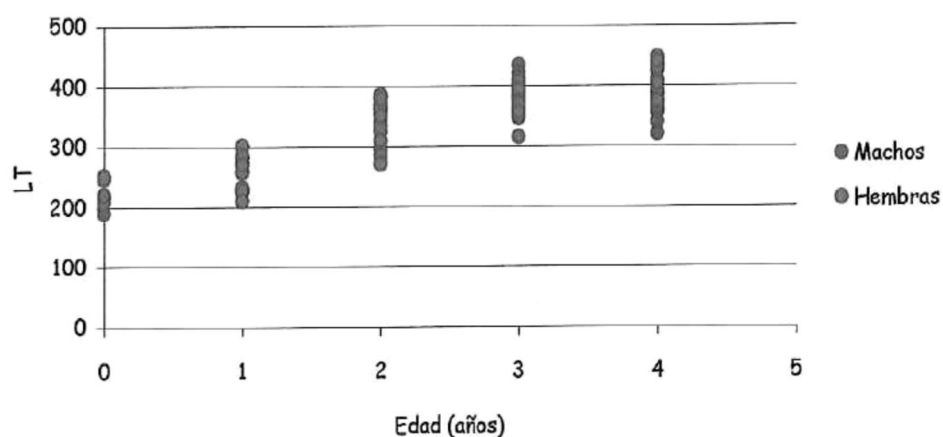


Figura 27. Longitudes totales (LT, en milímetros) asociadas a sus edades.

Tabla VII. Edades para *R. asterias* asociadas a su longitud media, mínimos y máximos (en milímetros).

Edad	Frecuencia	LT Media	LT mínima	LT máxima
0	9	221.9	190	252
1	12	254.8	210	301
2	21	340.7	271	385
3	43	379.3	315	435
4	25	396.9	320	448

Se obtuvieron 283 valores de longitudes asociadas a sus edades por medio del retrocálculo (Fig. 28). Se observó que los valores de los datos retrocalculados fueron menores a los observados. En este caso estaban representadas las clases de edad de 0 a 4 años, por lo que se pudieron comparar todas las edades retrocalculadas y observadas.

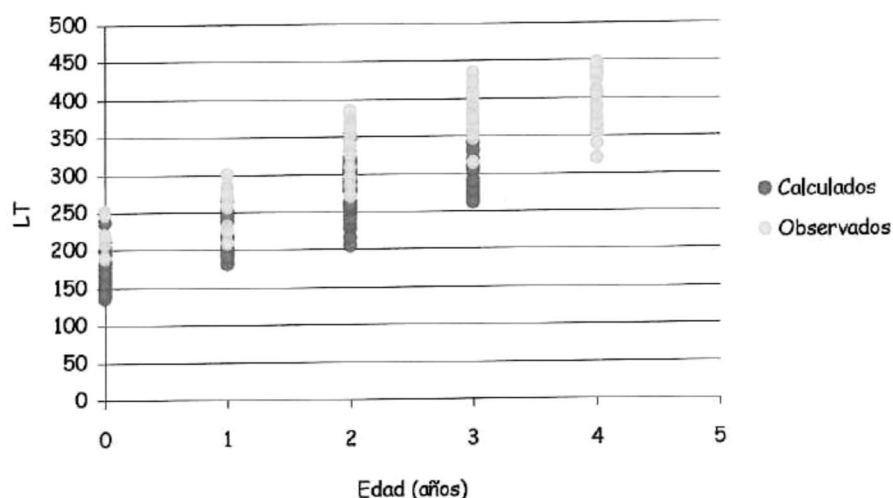


Figura 28. Longitudes totales (LT, en milímetros) obtenidas por el método del retrocálculo y las observadas.

Por medio de la prueba de normalidad (Q-Q) se determinó que los datos no son normales, por lo que se utilizó la mediana solamente para el análisis estadístico (Tabla VIII). Se comprobó por proporciones y por medio del método de bondad de ajuste que los resultados observados y retrocalculados no presentaron diferencias significativas.

Tabla VIII. Medianas obtenidas para la validación de los resultados.

Edad	n obs	Mediana		n calc	RT	LT (mm)
		RT	LT (mm)			
0	9	10	220	102	5	162
1	13	14	259	89	10	228
2	21	17	350	68	15	285
3	43	21	380	25	18	315
4	25	23	404			

No se encontraron diferencias significativas entre las longitudes medias de los sexos por edad (prueba t, $\alpha = 0.05$) (Fig. 29).

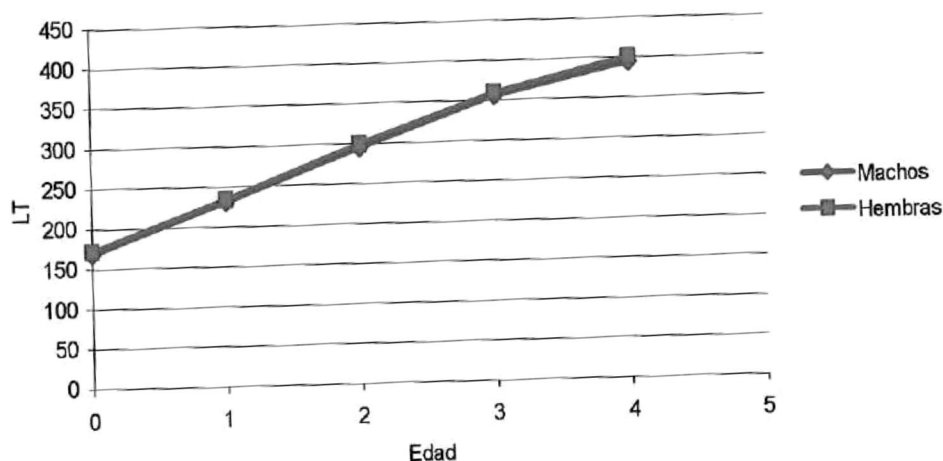


Figura 29. Comparación entre las medias de las LT (longitud total en milímetros) de machos y hembras asociadas a sus edades.

Los valores de las **LT's** de las edades retrocalculadas ($r = 0.9877$) se encuentran por debajo de los observados ($r = 0.9732$) (Fig. 30). Las líneas de tendencia de los dos grupos convergen en un punto hacia edades mayores.

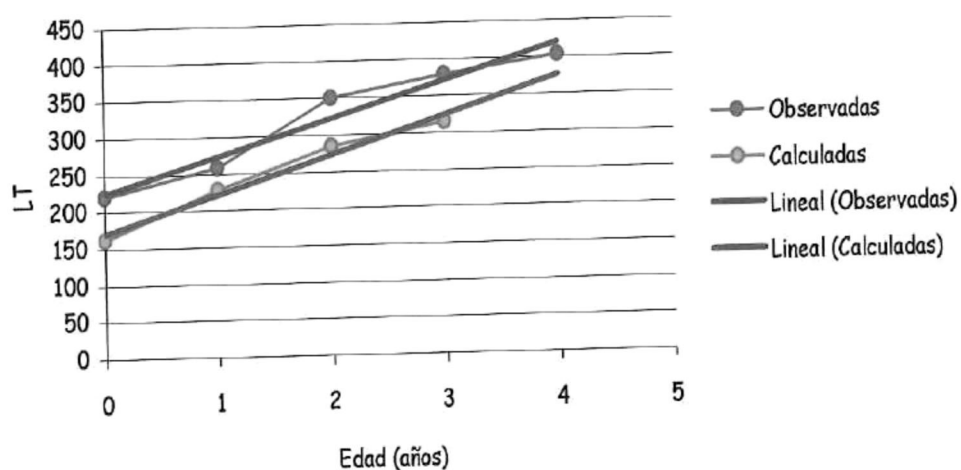


Figura 30. Comparación del comportamiento de las edades observadas y calculadas. LT (longitud total en milímetros).

Se trabajó con la media de la longitud de cada edad para tratar de obtener las constantes del modelo de von Bertalanffy (Fig. 31); no se llegó a observar una estabilización en el crecimiento de esta especie.

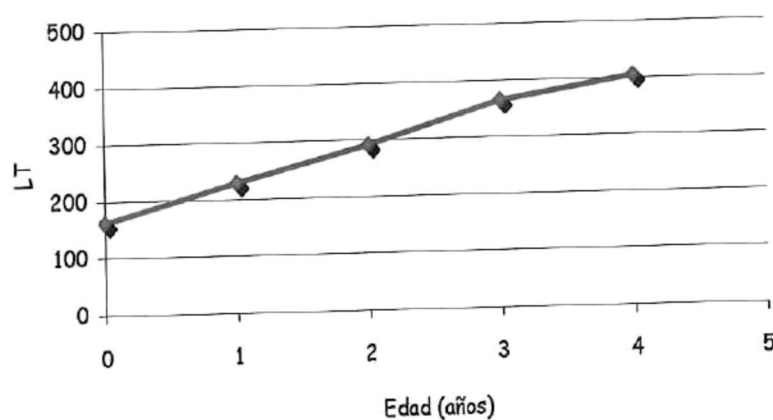


Figura 31. Longitudes asociadas a sus edades para *R. asterias*, se utilizaron las medianas de los datos originales.

8.5 MODELO DE CRECIMIENTO (*R. undulata*)

Se utilizaron los datos obtenidos para *R. undulata* por Coelho *et al.* (2002), en el año 2000 en el mar Algarve (Fig. 33), con 182 organismos (Tabla IX). Dichos datos se utilizaron junto con las edades y **LT's** obtenidas en el presente estudio para la misma especie en el Golfo de Cádiz, con $n = 100$ para las observadas y $n = 142$ para las retrocalculadas (Tabla X). Todos los datos dieron en conjunto un resultado de $n = 424$ (Fig. 32).

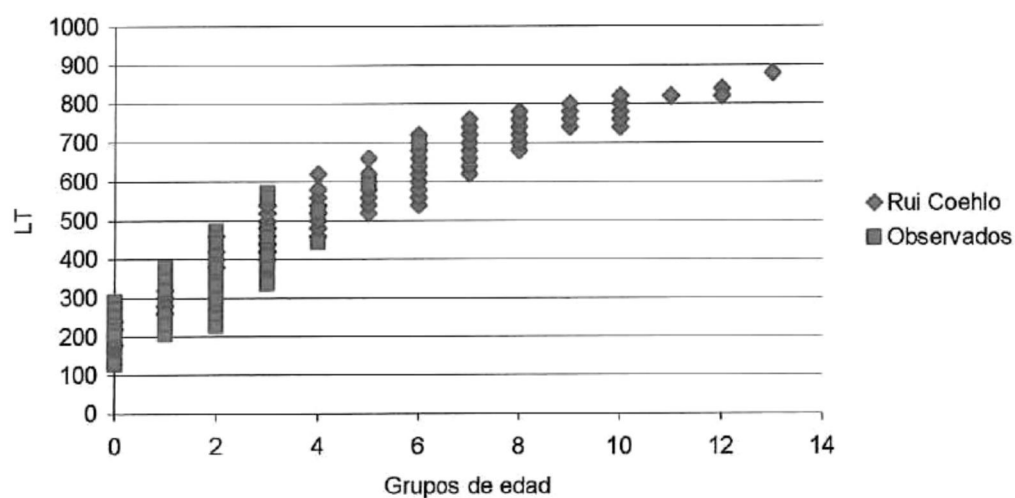


Figura 32. LT asociadas a sus edades observadas por Rui Coelho (2002) junto con las del presente trabajo.

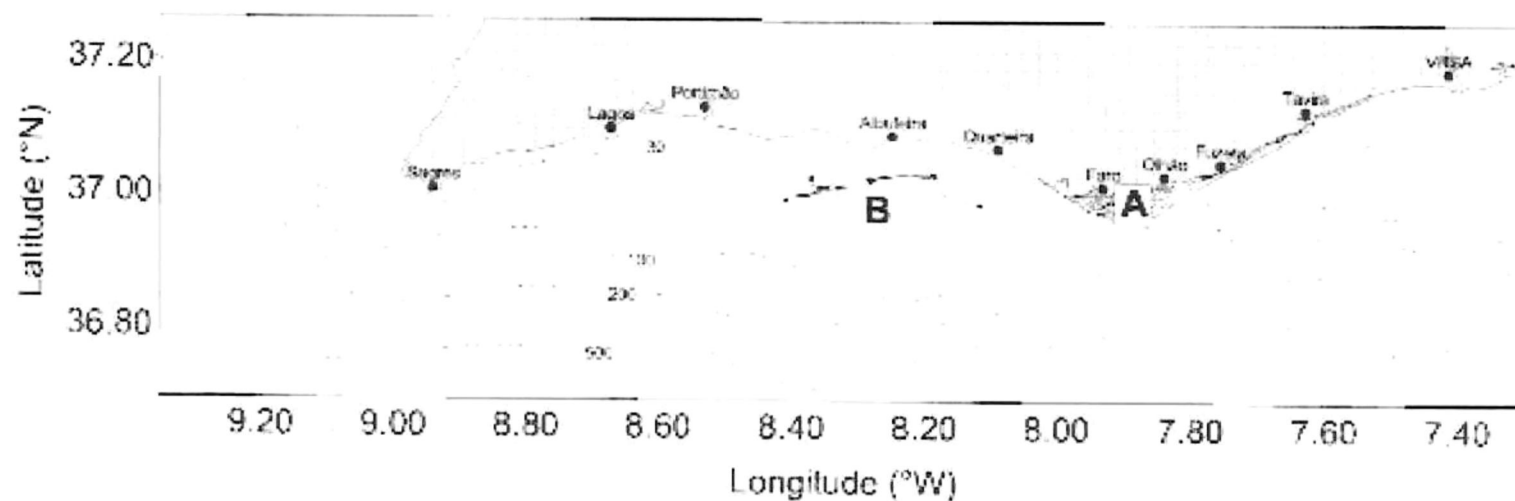


Figura 33. Mapa de la costa del Algarve donde se representan las zonas de muestreo, la marca (A) es la zona de muestreo dentro de la Ría Formosa ámbito del proyecto SPARIDAE y (B) localización de las pescas con redes de trasmallo realizado para el proyecto TRAMMEL NET. Obtenido de Coelho, (2000).

Tabla IX. Distribuciones de LT-edad para *R. undulata* en el Algarve. LT= Longitud Total, n= número de especímenes, Av= promedio de la LT, DevSt= Desviación Standard y Incr = incremento. Medidas en cm. Obtenido de Coelho *et al.* (2002).

TL (mm)	Grupos de Edad													N	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
180	1														1
220	3														3
240	1														1
260		1													1
280		1													1
300		1													1
320		1													1
340															0
360															0
380			3												3
400			1	3											4
420			3	2											5
440				6											6
460			1	7	3										11
480				3	4										7
500				3	9										12
520				1	7	5									13
540				2	4	3	1								10
560					1	2	2								5
580					1	4	4								9
600						3	5								8
620					1	3	9	1							14
640							2	2							4
660						1	2	5							8
680							4	2	1						7
700							1	1	4						6
720							1	3	2						6
740								1	1	2	2				6
760								2	3	1	2				8
780									2	2	3				7
800										2	2				4
820											3	3	1		7
840													2		2
860															0
880														1	1
N	5	4	8	27	30	21	31	17	13	7	12	3	3	1	182
Av	22.5	29.8	41.9	46.9	52.2	57.9	63.1	69.4	74.2	77.8	79.5	82.5	84.4	88.2	
DevSt	1.89	1.87	2.36	3.89	3.45	4.14	4.35	4.31	3.54	2.81	2.91	0.61	1.26		
Incr.		7.3	12.1	5	5.3	5.7	5.2	6.3	4.8	3.6	1.7	3	1.9	3.8	

Tabla X. Distribuciones de LT-edad para *R. undulata* en el presente estudio, Golfo de Cádiz. LT= Longitud Total, n= número de especímenes, Av= promedio de la LT, DevSt= Desviación Standard y Incr = incremento. Las medidas se encuentran en cm. Los datos se encuentran divididos en machos y hembras, cada uno con su signo correspondiente.

TL	Grupos de Edad														n	n
(mm)	0♂	0♀	1♂	1♀	2♂	2♀	3♂	3♀	4♂	4♀	5♂	5♀	6♂	6♀	obs ♂	obs ♀
120		1													0	1
160	2														2	0
180	24	13													24	13
200	10	12	2												12	12
220	13	5	3	4	1										17	9
240	8	8	8	2		1									16	11
260	3	3	8	5											11	8
280		1	4	6	4	3									8	10
300			8	5	3	1									11	6
320			4	2	2	1		1							6	4
340			5	7	3	2	1	1							9	10
360			3	5	1	1									4	6
380					2	2	1	1							3	3
400					2		4	1							6	1
420					3	1	1	3							4	4
440					2	1	2			1					4	2
460						1	1								1	1
480															0	0
500															0	0
520									1						1	0
540															0	0
560							1	2							1	2
580											1				1	0
600															0	0
620															0	0
640															0	0
660															0	0
680															0	0
700													1		1	0
n	60	43	45	36	23	14	11	9	1	1	1	0	1	0	142	103
Av	21.3	21.8	29.0	30.7	35.4	35.3	43.3	43.3	52.5	44.5	59.3		70.0			
DevSt	2.68	3.04	4.30	4.60	6.10	6.46	5.70	8.29								
Incr.			7.7	8.9	6.4	4.7	7.9	7.9	9.2	1.2	6.7		10.7			

Se aplicaron los métodos de Ford-Walfrod y Beverton y Holt para obtener los parámetros del modelo de von Bertalanffy. Se utilizó el promedio de todos los datos de Coelho *et al.* (2002) junto con los del presente estudio para obtener dichos parámetros. Se estimó una L_{∞} de 1154.4 mm con una K de 0.10 para todos los organismos en conjunto (Tabla XI). Se determinó que el modelo obtenido es significativo por medio de la prueba de Pearson ($r = 0.9775$, $\alpha = 0.05$). La L_{∞} obtenida por Coelho *et al.* (2002) fue de 1102.2 mm con una K de 0.11 (Tabla XII). Se concluyó que no hubo diferencia significativa entre machos y hembras de *R. undulata* (prueba de Pearson, $r = 0.9679$, $\alpha = 0.05$), por lo que se presenta sólo una curva de crecimiento (Fig. 34).

Tabla XI. Parámetros obtenidos en el presente trabajo junto con los datos obtenidos por Coelho R, *et al.* (2002).

Parámetro	Todos los datos			Machos			Hembras		
	L_{∞} (mm)	K	t_0	L_{∞} (mm)	K	t_0	L_{∞} (mm)	K	t_0
	1154.4	0.10	-2.26	1138.3	0.10	-1.23	1129.9	0.10	-2.22

Tabla XII. Parámetros del modelo obtenidos por Coelho R, *et al.* (2002).

Parámetro	Todos los datos			Machos			Hembras		
	L_{∞} (mm)	K	t_0	L_{∞} (mm)	K	t_0	L_{∞} (mm)	K	t_0
	1102.2	0.11	-1.58	1122.6	0.10	-1.23	1088.1	0.11	-1.55

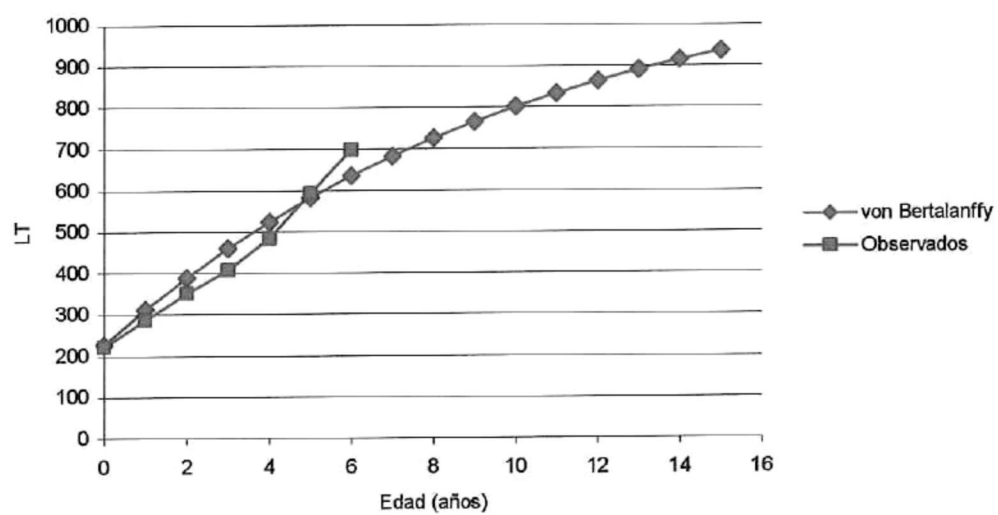


Figura 34. Modelo de crecimiento obtenido para *R. undulata* se incluyen los datos de Coelho *et al.* (2002) y las medias de los datos obtenidos por el presente trabajo.

9. DISCUSIONES

9. 1 Relaciones machos y hembras

Al comparar las diferentes medidas morfométricas entre sexos de *R. undulata* para determinar la existencia de dimorfismo, se encontró que la media general de LT fue de 338.98 mm; 349 mm para machos y 336 mm para hembras. En el caso de la longitud total de esta especie, no se encontró diferencia significativa que determine que existe dimorfismo. Para las demás mediciones LD1, LD2, WT, DO, LP y LPB (Tabla XIII) no se encontró ninguna diferencia significativa entre machos y hembras. Sin embargo se puede observar que las mediciones con una mayor diferencia fueron la WT y LD1, en estos dos casos se observa un patrón de aumento en la diferencia, al incrementar la edad.

Se encontró que la diferencia de ambas mediciones (WT y LD1) en la edad tres disminuyó con respecto a la edad dos. Esto se puede deber a que el tamaño de la muestra que representa esta edad es relativamente pequeña, por lo que no se pudo tener un mayor intervalo de comparación. Este comportamiento se puede atribuir en parte a que los organismos presentan una mayor diferencia entre sexos al aumentar el tamaño y por lo tanto la edad. Esta idea puede ser apoyada con los resultados obtenidos por Coelho (2000) donde indica que sí existen diferencias significativas entre estas relaciones, de machos y hembras al contar con organismos de mayor tamaño.

Tabla XIII. Valores medios, varianzas y diferencias entre sexos de las mediciones morfométricas realizadas a *R. undulata*, para ambos sexos. Los valores están en milímetros y los resaltados en negritas son los promedios más altos de cada medición. Las casillas resaltadas en gris son aquellas con la diferencia más alta entre las mediciones en cada edad.

	Edad 0				1				2				3				
	Sexo	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza
LD1	Machos	14	142.714	5.381	154.989	22	191.909	3.242	625.420	12	240.833	17.033	644.333	9	268.444	1.587	957.028
	Hembras	6	137.333		175.467	24	188.667		843.275	5	223.800		3840.200	7	266.857		5289.143
LD2	Machos	14	133.571	0.738	461.187	22	168.273	2.394	482.779	12	207.583	5.017	678.992	9	236.111	5.111	639.361
	Hembras	6	132.833		96.167	24	170.667		421.971	5	212.600		637.800	7	231.000		3603.667
WT	Machos	14	162.857	6.310	189.670	22	220.864	7.155	1068.600	12	260.083	17.317	2133.356	9	303.444	11.984	808.778
	Hembras	6	169.167		98.967	24	213.708		1141.781	5	277.400		956.800	7	315.429		1935.286
DO	Machos	14	8.681	0.046	0.835	22	9.897	0.324	0.853	12	11.601	0.261	1.270	9	11.836	1.726	0.841
	Hembras	6	8.635		0.898	24	10.221		1.015	5	11.340		1.185	7	13.561		7.927
LP	Machos	14	30.811	0.984	13.387	22	41.861	0.561	29.836	12	50.401	2.853	36.122	9	57.386	2.493	32.153
	Hembras	6	31.795		7.631	24	41.300		39.059	5	53.254		24.362	7	59.879		147.132
LPB	Machos	14	29.195	1.105	8.779	22	37.246	0.476	26.281	12	44.646	0.978	27.234	9	48.839	3.788	32.594
	Hembras	6	30.300		8.383	24	37.722		21.823	5	45.624		10.888	7	52.627		54.444

No se pudo obtener alguna comparación entre los sexos de las edades mayores (4 y 6) ya que para cada caso solamente se capturó un organismo, una hembra y un macho (respectivamente). Es por eso que es necesario realizar un estudio incluyendo, como se mencionó anteriormente, una gama mayor de longitudes que representen mejor a la especie. En el caso de las demás medidas realizadas no se encontró un patrón definido.

Para *R. asterias*, al igual que *R. undulata*, no se encontraron diferencias significativas entre las medias de todas las mediciones realizadas en la biometría, siendo para la LT la media general de 341.91 mm; para machos fue de 349 mm y para hembras de 336 mm. Para el resto de las mediciones (Tabla XIV) se encontró que, al igual que la otra especie, las medidas de LD1 y WT fueron las que presentaron una mayor diferencia y se observó un aumento con respecto a la edad. Esto se debe a que los grupos de edad mejor representados son los de menor tamaño y éstos, al no tener diferencia de mediciones entre sexos, no presentan dimorfismo. Esto se sugiere estudiar mas afondo para tomar en cuenta todos los rangos de edad y talla.

9. 2 Tipo de Crecimiento (Coeficiente de alometría)

De los parámetros calculados para determinar el tipo de crecimiento de *R. undulata* se obtuvieron valores mayores a tres ($b > 3$), para LT/PT fue de 3.019, por lo que esta especie presenta un crecimiento alométrico positivo. Esto significa que el peso del cuerpo aumenta más rápidamente que la longitud total. Esto se comprobó al obtener el coeficiente de alometría de la relación

LT/PE, ya que en esta relación se toma en cuenta el peso neto del pez sin el peso de las vísceras, las cuales pueden influir si se tiene un estómago lleno o gónadas desarrolladas.

En ambas relaciones de LT/PT y LT/PE, los patrones de crecimiento de machos y hembras no son significativamente diferentes, aunque los valores del coeficiente de alometría sean mayores para machos, no se puede concluir que hay un crecimiento diferencial entre ambos sexos. En el estudio realizado por Coehlo (2000) tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos, lo que atribuyó a que los valores de las pruebas estadísticas puedan estar influenciadas de algún modo por el tamaño de la muestra que es relativamente pequeña ($n = 182$) al igual que en el presente trabajo donde el tamaño de muestra es más pequeño ($n = 142$).

El valor obtenido para el parámetro de la tipificación de crecimiento para *R. undulata* se encuentra cercano a los obtenidos para otras especies de rayas (Tabla XV), para *R. clavata*, *R. microocellata*, *R. montagui* (Ryland y Ajayi, 1984) y *R. erinacea* (Waring, 1984) el valor de b se encontró entre 3.173 y 3.441. No encontraron diferencias significativas en el coeficiente de alometría entre sexos en estas especies; sin embargo, al comparar este parámetro con el obtenido por Coehlo (2000) para la misma especie (el cual fue de $b = 3.248$), se observa que es mayor al obtenido por el presente estudio. Esto se puede deber a que la longitud media de los organismos en su

Tabla XIV. Valores medios, varianzas y diferencias entre sexos de las mediciones morfométricas realizadas a *R. asterias*, para machos y hembras.

Valores representados en milímetros y los resaltados en negritas son los promedios más altos de cada medición. Las casillas resaltadas en gris son aquellas con la diferencia más alta entre las mediciones en cada edad

	Edad 0					1					2					3				
	Sexo	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza	n	Media	Dif.	Varianza			
LD1	Machos	3	112.000	25.833	127.000	5	153.800	2.175	355.700	7	210.714	15.143	232.571	24	224.375	4.309	773.027			
	Hembras	6	137.833		212.967	8	151.625		370.839	14	195.571		600.110	19	228.684		697.006			
LD2	Machos	3	101.667	21.000	14.333	5	133.000	0.000	230.500	7	184.143	12.214	112.476	24	194.792	3.002	504.868			
	Hembras	6	122.667		154.667	8	133.000		252.000	14	171.929		477.148	19	191.789		522.398			
WT	Machos	3	139.333	18.667	65.333	5	171.200	4.925	300.700	7	227.571	1.929	1631.619	24	251.083	5.548	975.123			
	Hembras	6	158.000		299.200	8	176.125		456.982	14	225.643		725.632	19	256.632		668.468			
DO	Machos	3	6.573	0.867	0.255	5	7.872	0.098	0.698	7	9.953	0.207	0.445	24	10.341	0.232	0.398			
	Hembras	6	7.440		0.336	8	7.774		0.670	14	9.746		1.761	19	10.574		0.396			
LP	Machos	3	27.483	3.268	1.433	5	34.300	1.525	23.376	7	45.633	0.699	21.119	24	51.634	0.546	9.946			
	Hembras	6	30.752		9.919	8	35.825		16.621	14	46.332		23.863	19	51.087		11.911			
LPB	Machos	3	24.997	4.020	4.098	5	31.476	1.557	12.684	7	42.991	1.629	9.293	24	45.372	0.064	8.041			
	Hembras	6	29.017		6.486	8	33.033		15.352	14	41.362		19.195	19	45.308		5.477			
	Edad	4					Edad	4												
	Sexo	n	Media	Dif.	Varianza		Sexo	n	Media	Dif.	Varianza									
LD1	Machos	14	236.643	7.721	345.016	LPB	Machos	14	45.605	2.793	20.518									
	Hembras	11	244.364		412.855		Hembras	11	48.398		13.682									
LD2	Machos	14	207.929	5.344	277.918															
	Hembras	11	213.273		247.818															
WT	Machos	14	265.429	22.026	1874.110															
	Hembras	11	287.455		900.873															
DO	Machos	14	10.734	0.184	0.598															
	Hembras	11	10.918		345.333															
LP	Machos	14	52.439	3.248	30.332															
	Hembras	11	55.686		22.739															

estudio fue de 642 mm, a diferencia de la obtenida por el presente trabajo la cual fue de 338.98 mm; también puede deberse a que los organismos invierten su energía al crecimiento en general y posteriormente al acumulo de peso. Sin embargo, la muestra obtenida en esta zona (Golfo de Cádiz) es reducida por lo que es necesario realizar este tipo de prueba a muestras de mayor tamaño y con un mayor rango de tallas, al complementarlo se podrá realizar comparaciones entre las dos zonas (Golfo de Cádiz y el Algarve) para determinar si las variaciones de estas relaciones (longitud/peso) son interpoblacionales, ya que son de diferentes zonas y con esto diferentes poblaciones; o intrapoblacionales debido a la edad o a las estaciones.

Al comparar el peso total y el peso eviscerado con las otras medidas de longitud (Tabla XVI) se encontró que para todas el tipo de crecimiento es alométrico negativo esto es que el peso aumenta más rápidamente que el diámetro del disco 1 y 2, y que la envergadura de las aletas.

Para *R. asterias* se obtuvieron coeficientes de alometría menores a 3 ($b = 2.562$ para la relación LT/PT y de $b = 2.615$ para LT/PE) esto significa que el tipo de crecimiento para esta especie es alométrico negativo por lo que la longitud del cuerpo del organismo crece más rápido en comparación al peso del mismo. Este tipo de crecimiento se dio también al comparar los pesos con las diferentes medidas morfométricas (Tabla XV), donde se obtuvieron valores menores a 3, sin embargo para el resto de las mediciones el coeficiente de correlación fue menor a excepción del de **LD1**.

Este es el primer estudio de descripción morfométrica para esta especie, por lo que no se pudo obtener un intervalo de comparación con otros autores; sin embargo, la muestra obtenida es reducida y al igual que la especie anterior el intervalo de edad es de organismos pequeños (la media fue de 341.91 mm, indicando un sesgo hacia los organismos pequeños).

Al igual que la especie anterior en ambas relaciones de LT/PT y LT/PE, los patrones de crecimiento de machos y hembras no son significativamente diferentes, aunque los valores del coeficiente de alometría sean mayores en este caso para hembras, no se puede concluir que existe un crecimiento diferencial entre ambos sexos.

Al comparar lo descrito anteriormente con lo obtenido por otros autores para diferentes especies del género *Raja* (Tabla XVI) se observó que las demás especies presentan un valor de "**b**" mayor a 3, al igual que en *R. undulata*, indicando un crecimiento alométrico positivo. Sin embargo para *R. asterias* se obtuvo un crecimiento alométrico negativo que resulta extraño, debido a que otros autores entre ellos Coelho (2000) menciona que el crecimiento alométrico positivo puede ser representativo para el género *Raja* ya que en otros estudios de este género el valor del coeficiente de alometría más bajo (sin contar con el observado para *R. undulata* en el presente trabajo) es para *R. undulata* en el Norte de Francia (Dorel, 1985 en Coelho, 2000) el cual obtuvo una **b** = 3.124.

Tabla XV. Parámetros (coeficiente de alometría y R^2 = coeficiente de correlación) de las relaciones de peso (PT y PE) con las de longitud (LT, LD1, LD2 y WT) para las dos especies de rayas.

<i>R. undulata</i>								
Relaciones	LT	R^2	LD1	R^2	LD2	R^2	WT	R^2
PT	3.0194	0.9009	2.694	0.83	2.9457	0.787	2.6922	0.7604
PE	3.0453	0.9185	2.7105	0.8421	2.9623	0.7977	2.7033	0.7684
<i>R. asterias</i>								
Relaciones	LT	R^2	LD1	R^2	LD2	R^2	WT	R^2
PT	2.5629	0.836	2.6519	0.9064	2.6735	0.8542	2.557	0.825
PE	2.6157	0.8347	2.5994	0.8372	2.6007	0.785	2.4843	0.7532

Tabla XVI. Parámetros (a = ordenada en el origen y b = coeficiente de alometría) las relaciones PT/LT, obtenidos por varios autores para el género *Raja*. (M = machos, F = hembras y J = los dos sexos en conjunto). Obtenido de Coelho (2000).

Especie	Referencia	Región	Sexo	a	b
<i>R. clavata</i>	Ryland & Ajayi (1984)	Islas Británicas	M	0.001	3.173
			F	0.001	3.303
<i>R. erinacea</i>	Waring (1984)	Atlántico Oeste	J	0.002	3.229
<i>R. microocellata</i>	Ryland & Ajayi (1984)	Islas Británicas	M	0.001	3.311
			F	0.001	3.407
<i>R. montagui</i>	Ryland & Ajayi (1984)	Islas Británicas	M	0.001	3.244
			F	0.001	3.441
<i>R. undulata</i>	Dorel (1985)	Norte de Francia	J	0.004	3.124
	Coelho (2000)	Sur de Portugal	J	0.002	3.248

9.3 Edad

La técnica utilizada para la interpretación de las bandas de crecimiento en vértebras no representó ningún problema aún cuando estas no fueron teñidas, ya que se tienen evidencias de resultados similares por el trabajo realizado por Cruz-Martínez *et al.* (2002) donde no fue necesario teñir las

vértebras ni realizarles ningún tratamiento para realzar las bandas, por la facilidad con que se veían sobretodo en organismos jóvenes en los que hay una clara definición entre las bandas de crecimiento.

Para *R. undulata* la muestra obtenida para la estimación de edad poseía pocos individuos de las clases de longitud mayores, siendo la más grande de 700 mm, pero solamente fue representado por un organismo (macho) al cual le correspondió una edad de seis años. Para la edad cuatro se obtuvo también solamente un representante, que fue hembra de 445 mm. En estos dos grupos de edad sus longitudes asociadas no pueden ser representativas de la población debido a que solamente es un organismo.

Para explicar el motivo de la abundancia de organismos de edades tempranas en la muestra se puede atribuir ya sea a las características del arte de pesca (luz de malla de 400-80 mm) con la que fueron obtenidos estos organismos, la cual no captura organismos de mayor tamaño; o que los especímenes de mayor tamaño no se encuentren en el área.

En el caso de *R. asterias* las edades representadas en este estudio fueron de la edad 0 a 4. Para esta especie la cantidad de organismos que representaba cada grupo fue en aumento hasta llegar a la edad tres donde decreció al llegar a la edad cuatro. En comparación con *R. undulata* que la mayor cantidad de organismos fueron de las edades 0 y 1. Esta diferencia de la distribución se debe como se mencionó, al arte de pesca y además a la diferencia de crecimiento que presentan estas dos especies. Esto se observó

debido a que los organismos de *R. undulata* que representan al grupo de edad uno (mas abundante) tienen una longitud total media de 319.29 mm, que para el mismo grupo de edad para *R. asterias* corresponde una media de la longitud total de 254.8 mm. Aquí se puede afirmar que los organismos de la especie *R. undulata* tienen un crecimiento más rápido que *R. asterias* debido a que a la misma edad presenta una mayor talla.

Para el grupo de edad tres, el mejor representado de *R. asterias*, corresponde una media de 379.3 mm, con esto se puede concluir que en el caso de la primer especie los organismos llegan más rápido a la talla reclutada por el arte, que los organismos de *R. asterias* que llegan a esta talla a edades mayores. Se puede comprobar que para este estudio queda influenciada la abundancia de organismos pequeños y la abundancia relativa de algunos grupos de tallas por el arte de pesca.

Al realizar la verificación de los grupos de edades se encontró que con el método de Bathacharya para ambas especies, se encontraron 5 grupos modales, lo que acredita la interpretación de las vértebras. Sin embargo, con la interpretación de las vértebras para *R. undulata* se tienen seis grupos de edad, de los cuales no se verificó la existencia del grupo de edad seis debido a que solamente está representado por un organismo.

9.4 Crecimiento

En la especie *R. asterias* los valores de las longitudes totales al relacionarlas con sus edades y al ser comparados entre sexos no presentaron diferencias significativas, es por esto que se pudieron tratar los datos observados como un solo conjunto, sin necesidad de hacer comparaciones entre sexos, al menos en este caso no es posible observar una diferencia en el crecimiento de ambos en este estadio al igual que lo observado por Coelho *et al.* (2002) donde no obtuvo diferencias significativas entre sexos para edades similares y edades mayores.

Al utilizar el método del retrocálculo, los valores obtenidos se encontraron desfasados por debajo de los observados, al realizar las pruebas estadísticas no se encontró una diferencia significativa entre los dos grupos de datos, sin embargo estas diferencias (o este desfase) se puede atribuir a el error ocasionado por el crecimiento marginal, lo cual es una deficiencia del método ya que se obtienen longitudes ligeramente menores a edades iguales.

Se trabajó con la media del total de los valores para poder calcular las constantes del modelo de crecimiento; sin embargo, la cantidad de edades que se tenían no fueron suficientes para poder observar una estabilización en la curva de crecimiento, además de que no se contaban con referencias de estudios de crecimiento de esta especie.

En el caso de *R. undulata* al igual que en la especie anterior no se encontraron diferencias significativas entre las longitudes totales medias en cada grupo de edad por sexos. Al obtener las edades y longitudes retrocalculadas, la clase de edad cero fue la mejor representada. Se pudieron obtener longitudes a edades en las que no se tenían valores observados. Este es el caso de la edad cinco, sin embargo, este valor está influenciado por el obtenido para la edad seis, ya que fue de éste donde se obtuvo el valor de la edad cinco. También para el grupo de edad 4 se tenía solamente una observación de longitud-edad, la cual con el valor retrocalculado mejoró la media de este grupo.

Sin embargo, aun con los datos retrocalculados, no fue posible obtener una estabilización en la curva de crecimiento, por lo que no se pudieron calcular las constantes de dicho modelo. Es por esto que se utilizaron los datos obtenidos por Coelho *et al.* (2002) de esta misma especie en el mar Algarve, para poder calcular las constantes del modelo de crecimiento.

En conjunto con los valores obtenidos por Coelho *et al.* (2002) y con las observaciones obtenidas por el presente trabajo se obtuvieron un total de 424 datos. De los organismos estudiados en el mar Algarve se tenían un total de 13 clases de edad, en el presente estudio se obtuvieron seis clases mejor representadas que en el estudio de Coelho *et al.* (2002). Con los datos en conjunto fue posible generar la curva de crecimiento.

Al probar la significancia del modelo producto de la conjunción de los datos de Coelho *et al.* (2002) y de los del presente trabajo, mediante la prueba estadística de Pearson entre los valores observados y calculados, se obtuvo una correlación de $r = 0.98$ que es muy similar a la obtenida por Coelho *et al.* (2002) de $r = 0.99$. Se observó también que los valores de la L_{∞} aumentaron para todos los casos (los datos en conjunto, machos y hembras). Esta misma situación la encontró Palavicini (2002) al complementar los datos de Furlong (2000) con sus datos obtenidos para organismos neonatos y juveniles de Tiburón Azul (*Prionace glauca*).

Coelho en el 2000, obtuvo valores de L_{∞} menores (Tabla XVII) a los obtenidos por su último estudio (en el 2002), donde recopiló información de más organismos. Al igual que en su primer trabajo, los organismos de menor edad fueron pobremente representados. Esto nos podría indicar que al obtener una mayor información de estos organismos, más precisión tendrá el modelo. No se obtuvieron diferencias significativas entre sexos, lo que concuerda con lo obtenido por Coelho *et al.* (2002). El coeficiente de crecimiento K tuvo una leve disminución para el caso de los datos totales y para las hembras, al igual en estos mismos grupos de datos, y un aumento en la t_0 . Esto sucedió al igual que en la L_{∞} para el estudio de Coelho en el 2000 ($L_{\infty} = 963.0$ mm) la cual aumentó para el estudio de 2002 ($L_{\infty} = 1102.2$ mm).

Un bajo coeficiente de crecimiento es característico de la mayoría de los elasmobranquios, según Coelho *et al.* (2002). El valor de K obtenido en el

presente trabajo para machos y hembras es idéntico, y los machos tienden a alcanzar dimensiones mayores que las hembras, concordando con los resultados observados por Coelho *et al.* (2002).

Para otras especies de rayas estudiadas (Tabla XVII), como es el caso de *R. brachyura*, se obtuvieron valores de K (0.19) iguales para ambos sexos, pero las hembras llegaron a tener una mayor longitud que los machos ($L_{\infty} = 118.4$ y 115 respectivamente).

Para *R. montagui* (Holden 1972 en Coelho, 2000) y *R. miraletus* (Abdel-Aziz, 1992 en Coelho, 2000), las K calculadas de las hembras (0.18 y 0.17 respectivamente) son ligeramente inferiores al de los machos (0.19 en ambas especies). Asimismo, las longitudes máximas de los machos son ligeramente superiores. Otro caso es el de *R. rhina* (Zeiner & Wolf, 1993 en Coelho 2000) y *R. naevus* (Du buit, 1972), donde al igual que el caso anterior los coeficientes de crecimiento son mayores para machos; sin embargo, las hembras llegan a tener una mayor talla.

Tabla XVII. Constantes del modelo de von Bertalanffy obtenidas para otras especies de rayas por diferentes autores L_{inf} (Longitud infinita), K (coeficiente de crecimiento). Obtenido de Coelho, (2000).

Especie	Región	Referencia	Sexo	L_{inf} (cm)	K (año ⁻¹)	t_0 (año)
<i>R. batis</i>	Norte de Francia	Du Buit (1972)	J	253.7	0.06	-1.63
<i>R. brachyura</i>	Islas Británicas	Holden (1972)	M	115	0.19	-0.18
			F	118.4	0.19	-0.8
<i>R. clavata</i>	Islas Británicas	Holden (1972)	M	85.6	0.21	-0.6
			F	107	0.13	-0.6
	Islas Británicas	Ryland & Ajayi (1984)	J	139.2	0.09	-2.63
			J	105	0.22	0.45
<i>R. erinacea</i>	Noreste de EUA	Waring (1984)	J	52.7	0.35	-0.45
<i>R. microocellata</i>	Islas Británicas	Ryland & Ajayi (1984)	J	137	0.07	-3.01
<i>R. miraletus</i>	Egipto	Abdel-Aziz (1992)	M	87.9	0.19	-0.50
			F	91.9	0.17	-0.25
			J	90.9	0.18	-0.36
			M	68.7	0.19	-0.56
<i>R. montagui</i>	Islas Británicas	Holden (1972)	F	72.8	0.18	-0.37
			J	97.8	0.15	-1.72
	Irlanda	Fahy (1991)	M	68.2	0.33	-1.87
			F	74	0.24	-2.72
			J	91.6	0.11	-0.47
<i>R. naevus</i>	Norte de Francia	Du Buit (1972)	J	91.6	0.11	-0.47
	Irlanda	Fahy (1991)	M	69.9	0.33	-1.12
			F	73.1	0.23	-2.47
<i>R. rhina</i>	California EUA	Zeiner & Wolf (1993)	M	96.7	0.25	0.73
			F	106.9	0.16	-0.30
			J	104.9	0.17	-0.16
<i>R. undulata</i>	Costa sur de Portugal	Coelho (2000)	M	96.45	0.28	-0.55
			F	97.44	0.28	-0.39
			J	96.30	0.29	-0.42

9.5 Pesquerías

Las capturas obtenidas de *R. undulata* aumentaron a lo largo del periodo de la segunda campaña, siendo el máximo en diciembre. Al hacer un análisis de la abundancia relativa por unidad de esfuerzo se obtuvo que en

diciembre, en efecto, había una mayor cantidad de organismos. A comparación del mes de octubre, se podría deducir que estos organismos aumentan su reclutamiento ya sea al área o al arte en este estudio, ya que son organismos pequeños en el mes de diciembre.

En el caso de *R. asterias* el comportamiento de la abundancia relativa por unidad de esfuerzo también fue similar a las capturas obtenidas, siendo para este caso la mayor cantidad de organismos capturados y mayor abundancia relativa para el mes de noviembre.

Los organismos obtenidos para este estudio, como ya se mencionó, son parte del proyecto "TRAMMEL NET" que estudia el arte del trasmallo utilizado en el Golfo de Cádiz. Este tipo de trasmallo se utiliza principalmente para pescar sepias y peces planos. En este caso, las rayas son una pesca incidental de este arte, que son descartadas al momento de ser desenmalladas de las redes.

Bonfil (1994), indica que el regreso al mar de los organismos vivos, especialmente de los elasmobranquios, depende del arte de pesca, siendo las redes de arrastre, redes agalleras y las de trasmallo las que causan un 100% de la mortalidad. Resalta que este porcentaje no es tan elevado para los batoideos ya que sus requerimientos de movilidad-respiración son diferentes.

Sin embargo existe una mortalidad generada por este tipo de arte que debería ser estudiada más a fondo, ya que solamente para este estudio, el porcentaje de rayas capturadas fue del 5.18%, al cual le faltan por agregar los porcentajes de otros batoideos capturados, aunque nos enfocaremos en las dos especies del trabajo.

El número de organismos capturados incidentalmente aumentaría al tomar en cuenta el total de las capturas en ésta área por este arte. Según el análisis de la flota pesquera que utiliza este arte en el Golfo de Cádiz, indica que hay un total de 486 embarcaciones que pescan en esta zona (sumando las de la provincia de Cádiz y Huelva). En éstas calan sus redes a lo largo de todo el año, cambiando de especie objetivo por temporadas, manteniéndose las rayas como pesca incidental durante todas las temporadas.

En este estudio, de los grupos de edades obtenidos, los mejor representados fueron los de edades tempranas (especialmente el de edad 1). Para *R. asterias* se obtuvo que los mejor representados son los de 3 y 4, siendo estos reclutados totalmente por el arte, a diferencia de *R. undulata* que alcanza la edad de reclutamiento más rápido.

Los elasmobranquios llegan a la madurez a edades y longitudes muy avanzadas como lo describió Natanson *et al.* (2002), cuando determinó que la maduración del tiburón *Lamna nasus* es hasta los 8 y 13 años de edad (174 y 218 cm TL, machos y hembras respectivamente. Más específicamente en el caso de *R. naevus* (Du Buit, 1972) y *R. brachuyra* (Holden, 1972 en Du Buit,

1972) que tienen su primera madurez a los nueve años de edad, para *R. batis* (Du Buit, 1972) y *R. montagui* (Holden, 1972 en Du Buit, 1972) la tienen a la edad de 11 años y el caso mayor es el de *R. clavata* (Holden, 1972 en Du Buit, 1972) a los 12 años (Tabla XVIII); al tomar como base lo anterior se puede sugerir que los organismos capturados en esta investigación podrían encontrarse en edades muy por debajo de la edad de primera madurez. Sin embargo, los organismos obtenidos solamente son de una temporada y de una estación del año (invierno), lo cual no nos indica un cambio en la estructura de la población. Si ésta fuese su estructura a lo largo de todo el año, se estaría pescando organismos juveniles ya que el estudio de "TRAMMEL NET" se realizó con las características del arte utilizado normalmente en esta zona de pesca. Sobrino (1994) indica que la mayor captura de elasmobranquios en el Golfo de Cádiz, no específicamente rayas, es en primavera y verano.

Tabla XVIII. Edad de la madurez sexual y edad máxima alcanzada por diferentes rayas. Obtenido de

Du Buit (1972)

Especies	Edad a la primera madurez	Edad máxima alcanzada
<i>R. batis</i>	11	50
<i>R. naevus</i>	9	13-14
<i>R. brachuyra</i>	9	15-20
<i>R. clavata</i>	12	20
<i>R. montagui</i>	11	18

Se debería tener una idea de la variación de la distribución espacio temporal de las especies de elasmobranquios en el Golfo, y más de las rayas estudiadas en el presente trabajo, debido a que no se sabe si la ausencia de organismos de mayor tamaño en la muestra sea debido a la temporada, la distribución vertical o la distribución geográfica. Las tres coincidirían en que la abundancia de organismos juveniles se debe a que probablemente sea una zona de crecimiento para los organismos juveniles o de crianza, y que los organismos de mayor tamaño ingresen al lugar por temporadas y posteriormente regresen a sus zonas de alimentación. Lo anterior se podría comprobar debido a que este estudio se realizó a 5.25 km en promedio de la costa, la profundidad de calado fue de 6 a 16.4 m y que las dos especies de rayas se distribuyen hasta profundidades de 100 y 200 m, lo cual en este lugar la isóbata de los 200 m está a 46.77 km de la costa, por lo que, como se mencionó anteriormente, las zonas donde se realizó este estudio son someras y frecuentadas por los juveniles. Para establecer una descripción de la distribución de la población de estas especies es necesario realizar muestreos a diferentes profundidades.

Al comparar las edades y tamaños obtenidos por Coelho (2000), se podría tener una idea mejor acerca de la distribución de estos organismos, debido a que en Portugal en el mar Algarve y para el mismo estudio (TRAMMEL NET) la profundidad a la que se calaron las redes de trasmallo fue en la isóbata de los 30 metros, lo que podría apoyar la suposición de una distribución vertical

de estas especies; sin embargo la limitante sería que las redes utilizadas en dicho estudio fueran de una luz de malla mayor al utilizado en el Golfo de Cádiz.

Como se sabe la información de estos organismos es muy reducida, por lo que es necesario realizar un estudio dirigido a esta especie. Al estar explotando solamente a los componentes jóvenes de una población, ésta podría colapsarse con mucha facilidad, y al no ser una especie objetivo es probable que no se note su desaparición.

10. CONCLUSIONES

- ⇒ Se encontró que hay una mayor cantidad de machos que de hembras en la muestra para la especie *R. undulata* (1:0.77) y para *R. asterias* (1:1.17) hay una mayor cantidad de hembras que de machos.
- ⇒ Se obtuvo un crecimiento alométrico negativo ($b < 3$) para *R. asterias* y un crecimiento alométrico positivo ($b > 3$), característico de este género, para *R. undulata*.
- ⇒ No se observaron diferencias significativas entre el tipo de crecimiento entre sexos para ambas especies.
- ⇒ Para *R. asterias* se encontraron 5 grupos de edad, los cuales fueron verificados obteniendo 5 grupos modales. Para *R. undulata* se obtuvieron 6 grupos de edad y se verificaron 5 grupos modales por un método no directo.
- ⇒ Para *R. undulata* los datos obtenidos no fueron suficientes para obtener las constantes del modelo de crecimiento, fue necesario la utilización de otros datos de la misma especie analizada por Coelho et al. (2002). Con el total de estos fue posible obtener los coeficientes de la curva de crecimiento para *R. undulata* y con esto ajustarlos al modelo de von Bertalanffy.
- ⇒ Las constantes del modelo de crecimiento para *R. undulata* tuvieron valores de: $L_{\infty} = 1154.4$ mm, $K = 0.10$ y $t_0 = -2.26$

- ⇒ No se encontraron diferencias significativas entre las curvas de crecimiento de los sexos de esta especie (*Raja undulata*).
- ⇒ No se pudo hacer una comparación entre las curvas de crecimiento de la especie *R. asterias* y *R. undulata*.

11.REFERENCIAS

1. Agnew, D. J., C. P. Nolan y J. Pomper. 2000. MANAGEMENT OF THE FALKLAND ISLANDS SKATE AND RAY FISHERY. Fisheries Department, Falkland Islands. FAO. Disponible en:

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X2097E/X2097E12.htm, Consultado el 6 de abril de 2005.
2. Bond, C. E. 1996. *Biology of Fishes*. Segunda edición. Brooks Cole. USA. 750 pp.
3. Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. Instituto Nacional de la Pesca. Progreso, Yucatán, México. FAO, Fisheries Technical Paper. 341.
4. Bonfil, R. 2000. THE PROBLEM OF INCIDENTAL CATCHES OF SHARKS AND RAYS, ITS LIKELY CONSEQUENCES, AND SOME POSSIBLE SOLUTIONS. Fisheries Centre. University of British Columbia. Vancouver, Canadá. Disponible en: <http://www.pacfish.org/sharkcon/documents/bonfil.html>, consultado el 2 de diciembre de 2004.
5. Caillet, G.M., L.k. Martin, D. Kusher, P. Wolf, y B.A. Welden. (1983). *Techniques for Enhancing Vertebral Bands in Age Estimation of California Elasmobranchs*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 8: 157-165
6. Coelho, R. P. 2000. Edad y crecimiento de *Raja undulata* (Lacepede, 1802) en la costa del sur de Portugal: Técnicas de determinación y

verificación. Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa.
Departamento de Zoología y Antropología. Título de Licenciatura de
Biología aplicada.

7. Coelho, R. P., K. Erzini, L. Bentes, C. Correia, P. G. Lino, P. Monteiro, J. Ribeiro, y J. M. S. Gonçalves. 2001. Semi-pelagic Longline and Trammel Net Elasmobranch Catches in Southern Portugal: Catch Composition, Catch Rates and Discards. Universidade do Algarve. e-Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, V35, art. 26.
8. Coelho R., L. Benetes, C. Correia, J.M. Goncalves, P. G. Lino, P. Monteiro, J. Ribeiro y K. Erizini. 2002. Fisheries Biology of the Undulate Ray, *Raja undulata*, in the Algarve (Southern Portugal). Northwest Atlantic Fisheries Organization. Doc. 02/89.
9. COPEMED. 2005. Investigación Regional, Pesca Artesanal. Disponible en: <http://www.faocopemed.org/es/activ/research/artfsh.htm#inventory> consultado el día 29 de Marzo de 2005.
10. Cruz-Martínez, A., X. Chiapa-Carrara, y V. Arenas-Fuentes. 2002. Age and growth of the Bull Shar, *Carcharhinus leucas*, from y the Southern Gulf of Mexico. NAFO SCR Doc. 02/88
11. Du Buit, M. H. 1972. Age et croissance de *Raja batís* et de *Raja naevus* en Mer Celtique. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 37 (3) : 261-265.

12. Erizini, K.L., L. Benetes, P.G. Lino, J. Ribereiro, R. Coelho, P. Monteiro, C. Correia y J. M. S. Goncalves. 2001. Trammel nets selectivity in the Algarve (southern Portugal): I. Catch composition and catch rates. Universidad de Algarve. ICES CM 2001/J59.
13. FAO. Anuario Estadístico de Pesca 1998. Análisis por Capturas.
14. Fernández, A. M. y A. Esteban. 2003. La pesquería artesanal de Santa Pola (sureste de la península Ibérica). Descripción y actividad en el periodo 1992-2000. Informes Técnicos. Instituto Español de Oceanografía. Madrid, España. ISSN: 0212-1565, Num. 181. Págs. 49
15. Fisatt I (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools, versión 0.1)
16. Francis, R. I. 1990. Back calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology* 36: 883-902.
17. Gómez, M. J. L. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. UNAM. México. 89 pág.
18. González-Díaz M. R. 1993. *Diagnosis de las especies de elasmobranquios capturados por la pesca comercial en la parte sur del estado de Tamaulipas, México*. Tesis profesional. Universidad del Noreste. 98 pp.
19. Junta de Andalucía (2005), Consejería de Medio Ambiente, Recursos Naturales Mar y Litoral. El Dominio Marino. Disponible en :
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mar_litoral/dominio_marino.html, consultado el 6 de abril de 2005.

20. Liza, Q. A. y S. M. Susan. Fish Base. Disponible en:

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?ID=7617&genusname=Raja&speciesname=undulata>, consultado el día 2 de Diciembre de 2004.

21. Luer, C. 1995. The Skate. Disponible en:

<http://www.marinelab.sarasota.fl.us/SKATE.HTM>, consultado el 1 de abril del 2005.

22. McFarlane, G. A., J. R. King y M. W. Saunders. 2002. Preliminary study on the use of neural arches in the age determination of bluntnose sixgill sharks (*Hexanchus griseus*), Canada. Fish. Bull. 100:861-864.

23. Moyle, P.B. y J.J. Cech, 2000. *FISHES an introduction to ichthyology*. Cuarta edición. Prentice Hall. USA. 612 pp.

24. Musick, J. A., G. Burgess, G. Cailliet, M. Camhi, and S. Fordham. 2004. AFS Policy Statement #31b: Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii). American Fisheries Society. Disponible en: http://www.fisheries.org/html/PublicAffairs/PolicyStatements/ps_31b.shtml, consultado el día 02 de diciembre de 2004.

25. Natanson, L.J., J.J. Mello y S.E. Campana. 2002. Validated age and growth of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the western Atlantic Ocean. Fish. Bull. 1000:266-278.

26. Palavicini de White, C.R. 2002. Análisis de edad y crecimiento de neonatos y juveniles del Tiburón Azul, (*Prionace glauca*). Tesis para obtener el título de Oceanólogo. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. México. 29 p.
27. Rubín J. P., N. Cano, L. Prieto, C. M. García, J. Ruiz, F. Echevarría, A. Corzo, J. A. Gálvez, F. Lozano, J. C. Alonso-Santos, J. Escánez, A. Juárez, L. Zabala, F. Hernández, J. G. Lafuente y M. Vargas. 1999. La estructura del ecosistema pelágico en relación con las condiciones oceanográficas y topográficas en el Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán (Sector Noroeste), en julio de 1995. Informes Técnicos, Instituto Español de Oceanografía. Madrid, España. Núm. 175. Págs. 73.
28. Ryland, J. S. y T. O. Ajayi. 1984. Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 41: 111-120.
29. Sobrino I., M. P. Jiménez, F. Ramos y J. Baro. 1994. Descripción de las pesquerías demersales de la región suratlántica española. Informes Técnicos, Instituto Español de Oceanografía. Madrid, España. Núm. 151. Págs. 79.
30. Soriguer M.C. (2003). Apuntes de Explotación de Recursos Vivos Marinos, Universidad de Cádiz, España.

31. Subsecretaría de pesca, departamento de pesquerías. 2003. International Standard Statistical Classification of Fishing Gears (ISSCFG). Chile. Disponible en:
http://www.subpesca.cl/areas/pesquerias/ft_artes/ISSCFG.htm,
consultado el día 16 de Marzo de 2005.
32. TRAMMEL NET – Trammel net selectivity studies in the Algarve (Southern Portugal), Gulf of Cádiz (Spain), Basque country (Spain) and Cyclades Islands (Greece), proyecto UE/DGXIV 98/014.
33. Tricas, T.C., K. Deakon, P. Lats, J.E. McCaster, T.I. Walker y L. Taylor. 1998. *Tiburones y Rayas*. Ediciones Omega. S.A. Barcelona. 250 pp.
34. Tudela, Ph. D. 2000. Ecosystem effects of fishing in Mediterranean: An análisis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. FAO Fisheries Department. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.pereoliver.com/textos/fisherries/tudela.pdf>, consultado el día 11 de Marzo de 2005.
35. Waring, G.T. 1984. Age, growth and mortality of the little skate of the northeast coast of the United States. Transactions of American the American Fisheries Society 119:662-672.
36. Whitehead, P.J. P., M. L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese. 1984. Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO. Vol. 1. 510pp.