

Títol del treball: Estudio sobre la influencia de los factores de temperatura del agua, dureza del sustrato y abundancia de presas en la distribución espacial de crías de *Squatina squatina* en su área de cría (playa de Las Teresitas, Tenerife)

Estudiant: Carla Rovira Victoria

Grau en Biologia

Correu electrònic: carla.rovira.victoria@gmail.com

Tutor: Crisanto Gómez López

Cotutor*: Jacobo Marrero Pérez

Empresa / institució: Departamento de Biología Animal – Universidad de la Laguna

Vistiplau tutor (i cotutor*):



Nom del tutor: Crisanto Gómez López

Nom del cotutor*: Jacobo Marrero Pérez

Empresa / institució: Departamento de Biología Animal – (ULL)

Correu(s) electrònic(s): crisanto.gomez@udg.edu

orcinusjacob@hotmail.com

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 22/07/2016

RESUMEN

El angelote (*Squatina squatina*) es una de las 100 especies más amenazada del mundo (Dulvy *et al.*, 2014), declarada en peligro crítico de extinción por la IUCN en 2006. El declive de su población empezó hace poco más de 10 años, causado principalmente por una intensa presión pesquera ejercida en su original área de distribución. Otros factores como la pérdida de hábitat por causas antrópicas o ciertas características de su ecología la hacen ser más vulnerable. Actualmente, solo quedan poblaciones en zonas del Mediterráneo sur y las Islas Canarias.

Las áreas de cría de elasmobranquios se consideran hábitats esenciales para la supervivencia (“Essential Fish Habitat” EFH) o hábitats críticos (Beck *et al.*, 2001). En la playa de Las Teresitas (Tenerife, Islas Canarias) ha sido recientemente descubierta y descrita un área de cría para *S. squatina* (Escánez *et al.*, 2013).

En este proyecto se estudian diferentes factores, tanto bióticos como abióticos, que pueden estar influyendo en la distribución de los juveniles. El objetivo del presente estudio es determinar si estos factores son significativamente relevantes e influyentes en la distribución espacial a lo largo del área de cría.

Se han realizado muestreos con una metodología basada en censos visuales estacionales o método del “punto fijo” (Bortone *et al.*, 1989; Falcon *et al.*, 1996) recolectando datos sobre la abundancia de presas potenciales, la dureza del sustrato y la temperatura del agua a diferentes distancias de donde se encontraba la cría. Por un lado, los resultados y sus respectivos análisis (Test Kruskal-Wallis) para los factores de temperatura del agua y la dureza del sustrato revelan una no diferencia significativa, concluyendo que ninguno de ellos es determinante en la distribución de los juveniles. Por otro lado, los análisis para la abundancia de presas no dan una respuesta tan concisa. Aunque el test de Kruskal-Wallis afirma una no diferencia significativa, varias representaciones gráficas de los datos muestran una tendencia a la disminución del número de presas al aumentar la distancia a la cría. Además, este hecho parece acentuarse a una cierta abundancia mínima de presas (5 o más ind.). Estos resultados llevan a una discusión donde se exponen nuevas cuestiones que pueden ser tratadas en un futuro con nuevos proyectos. Se plantean diferentes estrategias enfocadas a la metodología usada, con modificaciones y alternativas para seguir la línea de investigación.

RESUM

L'angelot (*Squatina squatina*) és una de les 100 espècies més amenaçades del món (Dulvy *et al.*, 2014), declarada en perill crític d'extinció per la IUCN al 2006. El declivi de la seva població va començar fa poc més de 10 anys, causat principalment per una intensa pressió pesquera exercida en la seva àrea original de distribució. Altres factors com la pèrdua d'hàbitat per raons antròpiques o certes característiques de la seva ecologia la fan ser més vulnerable. Actualment, tan sols queden poblacions en algunes zones al sud del Mediterrani i les Illes Canàries.

Les ares de cria del elasmobranquis es consideren habitats essencials per la supervivència ("Essential Fish Habitat" EFH) o habitats crítics (Beck *et al.*, 2001). A la platja de Las Teresitas (Tenerife, Illes Canàries) ha estat recentment descoberta i descrita una àrea de cria per a *S. Squatina* (Escáñez *et al.*, 2013).

En aquest projecte s'estudien diferents factors, tant biòtics com abiòtics, que poden estar influïent en la distribució dels juvenils. L'objectiu d'aquest estudi és determinar si aquests factors són significativament rellevants i influents en la distribució espacial a través de l'àrea de cria.

S'han realitzat mostrejos amb una metodologia basada en censos visuals estacionals o mètode del "punt fix" (Bortone *et al.*, 1989; Falcon *et al.*, 1996) recopilant dades sobre l'abundància de preses potencials, la duresa del substrat i la temperatura de l'aigua a diferents distàncies des d'on es trobava la cria. Per una banda, els resultats i els seus respectius anàlisis Test Kruskal-Wallis) per els factors de temperatura de l'aigua i la duresa del substrat revelant una no diferència significativa, concloent que cap dels dos és determinant en la distribució dels juvenils. Per altre banda, els anàlisis per l'abundància de preses no donen una resposta tan concisa. Tot i que el test de Kruskal-Wallis afirma una no diferència significativa, diverses representacions gràfiques de les dades mostren una tendència a la disminució del número de preses al augmentar la distància a la cria. A més, aquest fet sembla accentuar-se amb una certa abundància mínima de preses (5 o més ind.). Aquests resultats porten a una discussió on s'exposen noves qüestions que poden ser tractades en un futur amb altre projectes pioners. Es plantegen diferents estratègies enfocades a la metodologia emprada, amb modificacions i alternatives per a poder seguir la línia d'investigació.

ABSTRACT

The angel shark (*Squatina squatina*) is one of the most endangered species in the world, actually being at the top one hundred (Dulvy et al., 2014), catalogued as critically endangered by the IUCN in 2006. The decline on its population began just over 10 years ago, mainly caused by a large fishing pressure over its original range. Other factors such as habitat loss caused by humans or certain change in some features of their ecology make them even more vulnerable. At present they can only be found in areas of the southern Mediterranean and the Canary Islands.

Elasmobranches nursing areas are considered essential habitats for survival ("Essential Fish Habitat" EFH) or critical habitats (Beck et al., 2001). It has recently been discovered that the beach Las Teresitas (Tenerife, Canary Islands) are nursing areas for *S. squatina* (Escáñez et al., 2013)

In this project we have studied different factors, both biotic and abiotic, that might be influencing the distribution of juveniles. The aim of this study is to determine if these factors are significantly important and influential in the spatial distribution along the nursery area.

Samples have been taken following the seasonal visual census methodology or "fixed point" method (Bortone et al., 1989; Falcon et al., 1996) which consisted on the collection of data of abundance potential prey, the substrate hardness and the water temperature at different distances from where the juvenile shark was.

On the one hand, the results and their analysis (Kruskal-Wallis test) for the factors of water temperature and substrate hardness revealed no significant difference, concluding that none of them is decisive in the distribution of juveniles. On the other hand, the analysis of the abundance of prey does not give such a concise answer. Although the Kruskal-Wallis test suggests a non significant difference, several graphical representations of the data show a downward trend in the number of dams with increasing distance to breeding. In addition, this fact seems to be accentuated with high value of abundance of prey (5 or more ind.). These results lead to further discussions as to where new issues can be addressed in the future. Different strategies focused on the methodology used, with modifications and alternatives to continue the research

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
<i>El Angelote</i>	7
<i>Estado de conservación de las poblaciones de angelote</i>	9
<i>Medidas de protección</i>	10
<i>Áreas de cría (nurseries areas)</i>	11
OBJETIVOS	12
METODOLOGÍA	13
<i>Área de estudio</i>	13
<i>Muestreos</i>	13
<i>Análisis de datos</i>	15
RESULTADOS	15
<i>Abundancia de presas potenciales</i>	15
<i>Temperatura</i>	17
<i>Dureza del sustrato</i>	18
DISCUSIÓN	19
<i>Temperatura del agua</i>	19
<i>Tipo de sustrato, característica importante en las áreas de cría</i>	19
<i>La búsqueda de alimento</i>	20
<i>Dieta</i>	21
CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	23

INTRODUCCIÓN

El Angelote

Las especies de la familia Squatinidae (Condrictios: Elasmobranchii: Squatiniformes: Squatinidae) se caracterizan por presentar el cuerpo ancho y comprimido dorso-ventralmente, lo que los asemeja a los batoideos. Las aletas pectorales son muy grandes y en forma de ala, con los márgenes frontales superpuestos. Poseen dos pequeñas aletas dorsales sin espinas, posteriores a las aletas pélvicas, no poseen aleta anal y la aleta caudal tiene el lóbulo inferior ligeramente más largo que el superior (=hipocercal) (Fig.1).

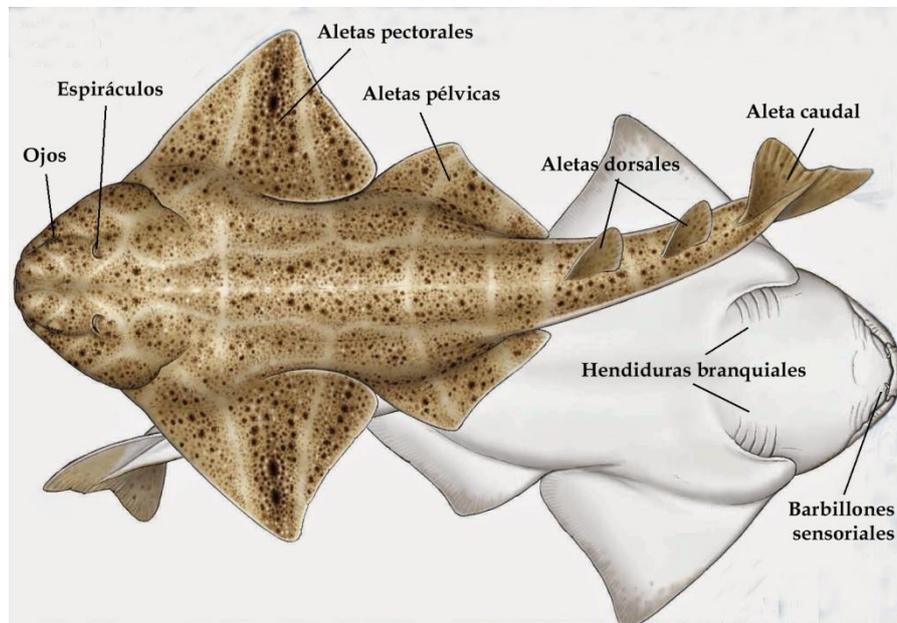


Figura 1. Esquema de la especie de estudio, mostrando algunas de sus principales características.

Los Squatinidos poseen toda la zona dorsal del cuerpo cubierta de dentículos dérmicos, algunos más o menos alargados, que forman espinas en la cabeza, en la línea media del dorso y/o el margen de las aletas pectorales. En los machos adultos se pueden observar dos pterigopodios (claspers) por debajo de las aletas pelvianas. Ventralmente se pueden observar cinco hendiduras branquiales distribuidas a los costados de la cabeza, aunque asociadas directamente a ésta. La cabeza es ancha, con fosas nasales terminales y un par de barbillones sensoriales. Los ojos se sitúan dorso-lateralmente en la cabeza, son relativamente pequeños y sin membranas nictitantes. Dorsalmente pueden observarse

dos espiráculos grandes cerca del nivel de los ojos. La boca es grande y terminal, situada en la parte anterior de la cabeza. Los dientes son relativamente pequeños, lisos con la base ancha y cúspide estrecha y recta que se diferencian moderadamente a lo largo de la mandíbula, con los anteriores ligeramente más grandes (Franke & Carpenter, s.f.).

El género *Squatina* comprende 23 especies de hábitos bentónicos muy similares entre sí, que habitan las plataformas continentales y la parte alta del talud, desde aguas poco profundas (menos de un metro) hasta alrededor de los 500 metros de profundidad. Se encuentran globalmente distribuidas en mares tropicales y templados, ocupando áreas geográficas pequeñas y bien definidas (Compagno et al. 2005). Basándose en su distribución, se han diferenciado ocho grupos zoogeográficos distintos. El grupo que abarca las zonas del noreste Atlántico, el Mediterráneo y el norte de África engloba a las especies: *S.aculeata*, *S.oculata* y *S.squatina* (Compagno et al. 2005, Last & White 2008).

El angelote, tiburón ángel o pez ángel (*Squatina squatina*) se caracteriza por presentar colores que varían desde gris a rojizo o pardo verdoso (Compagno et al. 2005) a marrón-grisáceo en el dorso (Roux 1989), con manchas pequeñas de color negro dispersas. No posee ocelos en el cuerpo y es de color blanco en su parte ventral (Fig.1). Habita en aguas marinas templadas, sobre el fondo o cerca de éste, encontrándose en zonas costeras intermareales o submareales, hasta los 150 metros de profundidad. Se asocia principalmente en sustratos fangosos o arenosos donde se entierra prácticamente en su totalidad, dejando muchas veces únicamente sus ojos al descubierto.

Es una especie de hábitos nocturnos, que parece desarrollar comportamientos activos como la caza o la natación durante la noche, permaneciendo en reposo durante el día (Red List IUCN 2014.3). Las hembras alcanzan su madurez sexual con tallas que oscilan entre los 128-169 cm y los machos con 80-132 cm (Lipej et al. 2004), alcanzando tallas máximas que varían entre los 183 cm y los 244 cm (Compagno, 1984). Su reproducción es de tipo ovovivípara donde las crías se alimentan del saco vitelino antes del nacimiento. Se calcula que las camadas son de tamaño moderado variando de 7 a 25 juveniles dependiendo del tamaño de la hembra (Tortonese 1956, Bini 1967, Capapé et al. 1990, Ebert y Compagno 2013). Se invierten de 8 a 10 meses en la gestación y al nacer las crías tienen un tamaño que varía entre los 24-30

centímetros de longitud total (Compagno et al. 2005). Se cree que lo más probable para el caso de esta especie es un ciclo reproductivo bianual (Capapé et al. 1990), pero no existen datos que lo corroboren

El angelote se alimenta principalmente de peces óseos como el *Bothus podas*, la merluza (*Merluccius merluccius*), la breca (*Pagellus erythrinus*), la pelua (*Citharus linguatula*) o el lenguado (*Solea solea*); así como también cefalópodos como el calamar (*Loligo vulgaris*) o la sepia (*Sepia officinalis*); y crustáceos como *Geryon tridens* o *Dromia vulgaris* (Ellis et al., 1996).

Estado de conservación de las poblaciones de angelote

La familia Squatinidae es la segunda familia de tiburones más amenazada del mundo y el angelote está considerado como una de las 100 especies más amenazadas a nivel mundial (Dulvy et al., 2014). El rango de distribución original de *S. squatina* abarcaba desde Escandinavia hasta el Noroeste de África (Mauritania y las Islas Canarias) incluyendo el Mediterráneo y el Mar Negro (Roux 1989, Compagno et al. 2005). Parece que la distribución actual se ha reducido como resultado de una drástica disminución de la población a consecuencia de la sobrepesca. *S. squatina*, al tratarse de una especie de hábitos bentónicos, es una especie muy sensible a la pesca de arrastre, trasmallos, cercos y palangres de fondo (Couch 1822, Day 1880, 1884). Su carne se utilizaba para el consumo y se extraía aceite de su hígado, que se empleaba para la fabricación de tópicos (Compagno 1981, 1984). Además, la degradación de los hábitats costeros, debido a la influencia humana, constituye también una amenaza para este animal. Debido a estos factores, y al hecho de que posee una dispersión restringida y una baja capacidad reproductora, la disminución drástica de su población ha sido notable, y de hecho, ya se la ha declarado extinta en el Mar del Norte (ICES, 2004) y en muchas zonas del norte del Mediterráneo (Red List IUCN 2014.3). Sus poblaciones también han decrecido en el Reino Unido, en la zona del Canal de la Mancha, el Mar Celta e Irlanda (ICES, 2008), en el Mar Negro (Ospar, 2008), y en la costa francesa (Capapé et al 2000). En la actualidad es muy poco común en la mayor parte de su área de distribución original, con la excepción de algunas zonas del Mediterráneo sur y las Islas Canarias, donde es urgente que su estatus sea confirmado (Morey et al. 2006) y que se establezcan figuras de protección que ayuden a preservar una de las pocas poblaciones viables que todavía quedan.

Figura 2. Comparación entre el rango de distribución original de *S. squatina* y el actual. **A la izquierda.** Mapa de la antigua área de distribución. **A la derecha.** Mapa de la distribución actual de la especie, con una ampliación de la zona principal (Archipiélago Canario, España). IUCN.



Medidas de protección

Debido al declive de más del 20% de la población original de angelotes en poco más de 10 años, durante los cuales disminuyó tanto su abundancia como su área de distribución, en 2006 se declaró a *S. squatina* como en peligro crítico de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Hammond & Ellis, 2002; Cavanagh & Gibson, 2007). La “Convención para la protección del medio marino de Noreste Atlántico” más conocida como “OSPAR commission” considera también a esta especie como “Críticamente Amenazada” desde el año 2008 y ha sido incluida también en la “Lista de especies y/o hábitats amenazados de la OSPAR”. Además, *S. squatina* se encuentra incluido en el Anexo III, de la Convención de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (DO 746, 1998). También está incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona, que incluye la recomendación (Recommendation GFCM/36/2012/1) que indica que esta especie no se puede conservar a bordo, transbordar, desembarcar, transportar, almacenar, venderse, exponerse o ponerse a la venta, y debe ser liberada ilesa y viva, dentro de lo posible. Esta introducción en el Anexo II es lo que permitió la inclusión de la especie en el

Listado de Especies en Régimen de Protección Especial (LESPRE), para la población del Mediterráneo, por parte de España.

Áreas de cría (nursery areas)

Muchas especies de tiburones emplean criaderos o zonas de cría, normalmente asociadas a aguas someras, donde se desarrollan los estadios juveniles de la especie (Heupel *et al.*, 2007). El concepto de “criadero” (“nursery area” en inglés) se utiliza de forma generalizada en la bibliografía de elasmobranquios desde hace varias décadas, aunque resulta complicado encontrar criterios estandarizados y consensuados que permitan diferenciar las zonas de cría de otras áreas dentro del hábitat de la especie (Springer, 1967; Carlson, 2002; Yates *et al.*, 2012).

La revisión llevada a cabo por Heupel *et al.* (2007) ofrece una definición unificadora del concepto de criaderos para elasmobranquios, además de criterios aplicables para su comprobación, haciendo posible su aplicación en trabajos experimentales. Según estos autores, un área de cría debe cumplir tres condiciones para ser considerada como tal: (1) los juveniles se encuentran más fácilmente en este área que en otras (la densidad es mayor que la media de la densidad de otras zonas), (2) los juveniles tienden a permanecer en estas áreas o retornar a ellas, pasando largos periodos de tiempo en el área, (3) el uso del área se mantiene a través de los años, cosa que no sucede en otras zonas.

La importancia de las áreas de cría de elasmobranquios se debe a que existen serias dificultades para delimitar espacios destinados a proteger especies con gran movilidad y grandes áreas de campeo, lo que provoca que en la práctica sea inasumible la creación de áreas marinas protegidas que abarquen toda su área distribución. Es por ello que se ha propuesto como una estrategia alternativa de conservación la protección de microáreas marinas, en las que se desarrollan fases clave dentro del ciclo biológico de las especies, como pueden ser las fases juveniles. Esta estrategia de conservación tiene como objetivo aumentar la supervivencia de las fases más sensibles a los impactos antrópicos y la depredación, aumentando así el reclutamiento de individuos a la población. Las áreas de cría de elasmobranquios han de considerarse por tanto como hábitats esenciales para la supervivencia (del inglés “Essential Fish Habitat” EFH) o hábitats críticos (Beck *et al.*, 2001) que cada vez se ven más afectados por la creciente

explotación pesquera (P. ej. Castro *et al.*, 1999; Baum *et al.*, 2003) y/o el incremento de las poblaciones humanas en las zonas costeras (Beck *et al.*, 2001).

Existe muy poca información sobre las áreas de cría de angelotes, siendo Canarias la única región donde se ha estudiado esta especie en condiciones naturales. Así, un estudio realizado por Narváez (2013) realizando muestreos submarinos, constató la presencia de ejemplares adultos y juveniles de forma regular en dos áreas costeras situadas en dos localidades al norte de la isla de Gran Canaria: Sardina y Caleta. Otro estudio reciente, en el que se utilizó una plataforma pública online para el registro de avistamientos de angelotes (Programa POSEIDON) en el Archipiélago Canario Meyers (2015), obtuvo datos sobre la presencia/ausencia de angelotes en las diferentes islas del archipiélago. El mayor número de avistamientos registrados en este estudio fueron en las islas de Gran Canaria y Lanzarote, donde también se han avistado neonatos (Meyers, 2015). Sin embargo, no puede afirmarse que la abundancia de angelotes sea mayor en esas islas. En Lanzarote se sospecha de la posible existencia de un “área de cría”, situada en la localidad de Playa Chica (Puerto del Carmen) donde se observaron un total de 29 neonatos de tamaños inferiores a 30 cm de longitud total (Meyers, 2015). También se describe la presencia de neonatos en zonas colindantes a esta localidad, como Playa Fariones (Escáñez *et al.*, 2013). En las islas más occidentales de La Palma, La Gomera y El Hierro, el número de avistamiento de angelotes por parte de buceadores parece ser menor que en el caso de las islas centrales, siendo la isla con mayor número de avistamientos Tenerife (Meyers, 2015). La Playa de las Teresitas (Tenerife), es la única área confirmada como área de cría para el angelote según los criterios propuestos por Heupel (2007) (Escáñez *et al.*, 2016). Estos autores estimaron la abundancia de crías a lo largo del año en $162,3 \pm 124,3$ individuos, lo que la convierte como el área con mayor abundancia de crías de esta especie descubierto hasta la fecha.

OBJECTIVES

The present study has several objectives. It aims to establish the biotic and abiotic factors that determine the presence of baby angel sharks in certain areas within the nursery on Las Teresitas. Also estimate relative abundance of potential prey near angelfish, and finally, to establish whether the juveniles are randomly distributed in the nursery area or they have areas subject of preference.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de de estudio se encuentra en la playa de Las Teresitas, en el pueblo de San Andrés del municipio de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, Islas Canarias) (Fig. 3).

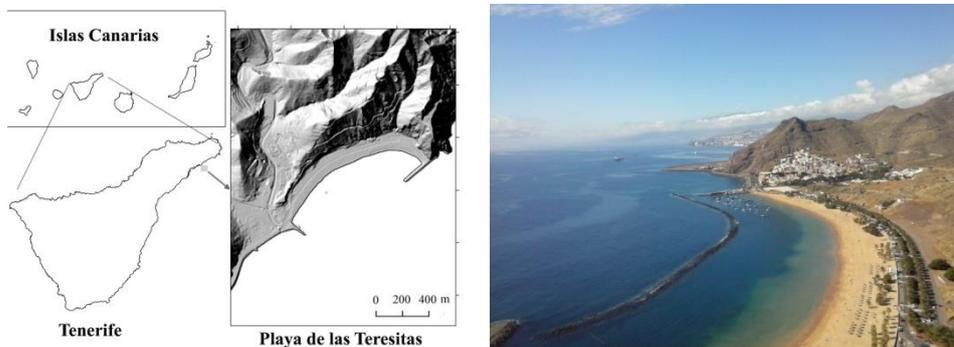


Figura 3. Área de estudio. **Izquierda:** Localización del área de estudio en el mapa de Tenerife. **Derecha:** Fotografía panorámica de la playa de Las Teresitas, mostrando el rompeolas y el pueblo de San Andrés al fondo.

Esta playa originalmente era de arena negra, pero hoy en día se trata de una playa artificial con arena proveniente del Sahara traída el año 1973. Las aguas de las Teresitas están incluidas en la Zona de Especial Conservación del Sebadal de San Andrés (ZEC-ES7020120), declarado en 2011 como parte de la Red Natura 2000. La playa tiene una longitud total de unos 1300 m y una anchura de unos 100 m desde la línea de costa hasta el rompeolas, de un kilómetro de longitud, que limita la playa y que presenta dos bocanas en sus extremos. La playa de las Teresitas es una de las playas más conocidas y turísticas de Tenerife, existiendo kioscos, duchas y otros equipamientos para facilitar el acceso de los bañistas.

Muestras

Durante Mayo y Junio de 2016 se hicieron muestreos submarinos durante la noche, dada el comportamiento del animal y la mayor probabilidad de tener avistamientos (Escánez *et al.*, 2016), buscando en la parte poco profunda de la playa las crías de Angelote. Se contó con la colaboración de varios voluntarios para realizar los muestreos. Durante éstos, se realizó una división del trabajo de forma que una persona se encargaba de anotar los datos, mientras otra de calar los transectos y realizar las medidas.

Para evitar muestrear siempre las mismas zonas, se delimitaron diferentes zonas de la playa: la zona 1 (frente a la bocana norte), la zona 2 (parte norte protegida), la zona 3 (parte sur protegida), y la zona 4 (frente a la bocana sur).; muestreándose en cada día de trabajo una de las zonas.

Para determinar la abundancia de las diferentes especies de peces que pueden ser presas para las crías, se realizaron muestreos “*in situ*” mediante censos visuales, usando el método de recuento visual estacional o de “punto fijo” (Bortone *et al.* 1989; Falcón *et al.* 1996). Así, se realizaron recuentos de todas las especies de peces presentes en un radio de ~5 m alrededor del angelote (0 m), a 5 metros del animal, a 10 y a 15 m del mismo. Para determinar las distancias, se trazó un transecto de 15 metros con una cinta métrica siguiendo una línea paralela a la costa desde la posición del animal. De esta forma, se obtuvieron 4 muestreos de peces (a 0, 5, 10 y 15 m) por cada ejemplar de angelote avistado. Además, en cada uno de los muestreos, se tomaron otra serie de datos como fueron: dureza de la arena y temperatura.

Las medidas de dureza de la arena se efectuaron con un instrumento desarrollado para este fin. Éste consta de una vara metálica graduada en centímetros con un peso incorporado en la parte superior que facilita la penetración de la vara en el sustrato. Con el fin de que la vara se introduzca de modo vertical en la arena, esta se deja caer por un tubo de plástico donde la parte inferior presenta una abertura que una vez enterrada hace que este se mantenga firme (Fig. 4). Así, los centímetros que penetra la vara en la arena son inversamente proporcionales a la dureza.



Figura 4: Imágenes del instrumento empleado para medir la dureza del sustrato. **A la izquierda.** El tubo de plástico enterrado en la arena con la vara metálica y el peso antes de dejarlos caer. **A la derecha.** Un ejemplo donde se observan los centímetros que la vara ha penetrando en el sustrato.

Para obtener los datos de temperatura se utilizó un reloj de buceo recreativo del modelo Suunto Zoop.

Análisis de datos

Para investigar si los angelotes se distribuyen en zonas de la playa donde abundan las presas, se calculó el promedio de todas las posibles presas a las distintas distancias de los animales (0, 5, 10 y 15 m) y se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un nivel de significación de $\alpha=0,05$. Además, se realizaron test de Kruskal-Wallis para comprobar si existían diferencias para las tres especies más abundantes en los muestreos (gueldes, herreras y besugos) a las distintas distancias del angelote.

Para comprobar si la densidad de la arena o la temperatura influyen en la distribución de las crías de angelotes en la playa, se realizaron test no paramétricos de Kruskal-Wallis, a niveles de significación de 0,05 para los promedios de todos los valores obtenidos a las distintas distancias de los angelotes.

Todos estos análisis fueron realizados con el programa Matlab 7.2 (*MathWork*).

RESULTADOS

Se realizaron un total de seis días de muestreos durante días alternos de mayo y junio de 2016, empleando unas dos horas para la búsqueda de crías y la realización de sus respectivos muestreos. En todos los días muestreados la fase lunar fue menguante, y la marea estaba baja, excepto en dos ocasiones donde estaba alta.

Se avistaron un total de 24 juveniles de angelotes (entre 3 y 5 juveniles por día), todos ellos se encontraron enterrados. El promedio de la longitud de los ejemplares avistados fue de $19,67 \pm 5,94$ centímetros.

Abundancia de presas potenciales

Las especies de posibles presas más abundantes fueron los gueldes (*Atherina presbyter*) (5.833 ± 3.154 individuos), seguidos de los besugos (*Pagellus erythrinus*) (0.757 ± 0.466 ind.), las herreras (*Lithognathus mormyrus*) (0.236 ± 0.209 ind.), gobios puntadorada (*Gnatholepis thompsoni*) (0.143 ± 0.101 ind.), langostinos mediterráneos (0.078 ± 0.204 ind.) (*Penaeus kerathurus*), tapaculos (*Bothus podas*) (0.044 ± 0.167

ind.), congrios baleares (*Arisoma balearicum*) (0.023 ± 0.123 ind.) y cangrejos araña (*Stenorhynchus lanceolatus*) ($0,011 \pm$ ind.). La abundancia máxima de presas se obtuvo a 0 metros del angelote y la mínima a 15 metros (Fig. 5). Aunque se observó una ligera tendencia a que la abundancia de presas disminuyera con la distancia, estas diferencias no fueron significativas (Test de Kruskal-Wallis, $p=0,795$) (Fig. 5 y 6).

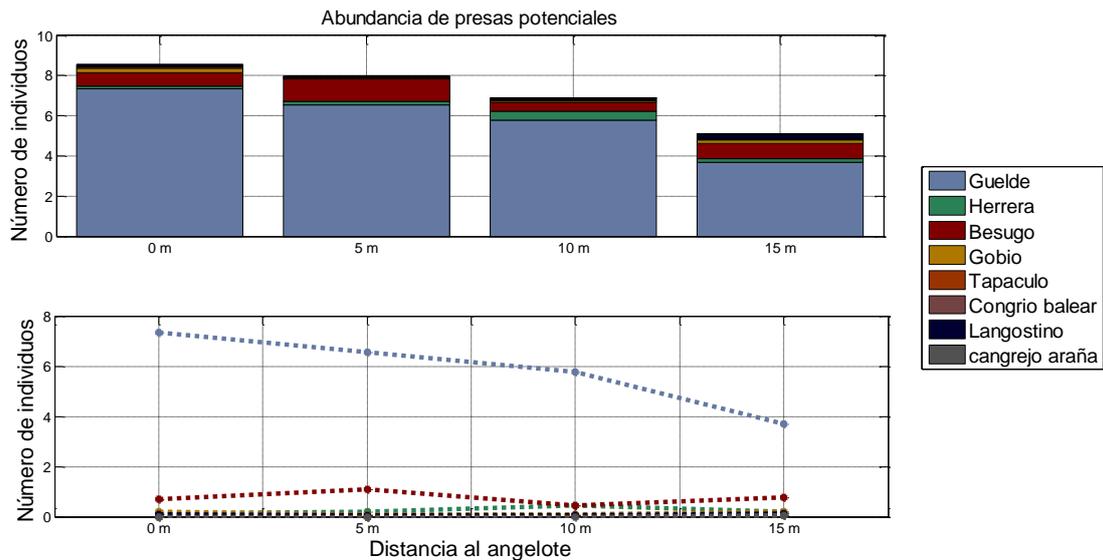


Figura 5. Arriba. Histograma de la abundancia de presas potenciales según las distintas distancias. **Abajo.** Abundancia de las presas potenciales para cada una de las especies en referencia a las distancias.

No se encontraron tampoco diferencias significativas para las tres especies de presas más abundantes en relación a la distancia al angelote (Test de Kruskal-Wallis, $p=0,628$ para el guelde; $p=0,344$ para la herrera y $p=0,454$ para el besugo) (Fig. 5).

Los modelos Gaussianos de Kernel para la distribución de presas según la distancia al angelote (Fig. 6 abajo), demostraron que cuando se contabilizaron más de 5 individuos de presas potenciales, éstas tienden a concentrarse alrededor de los 5 m en torno al angelote; mientras que cuando se observan menos de 5 individuos, las presas se distribuyen aleatoriamente a todas las distancias (Fig. 6 abajo). Estos modelos parecen explicar el porqué no se obtuvieron diferencias significativas con los tests estadístico de Kruskal-Wallis según la distancia.

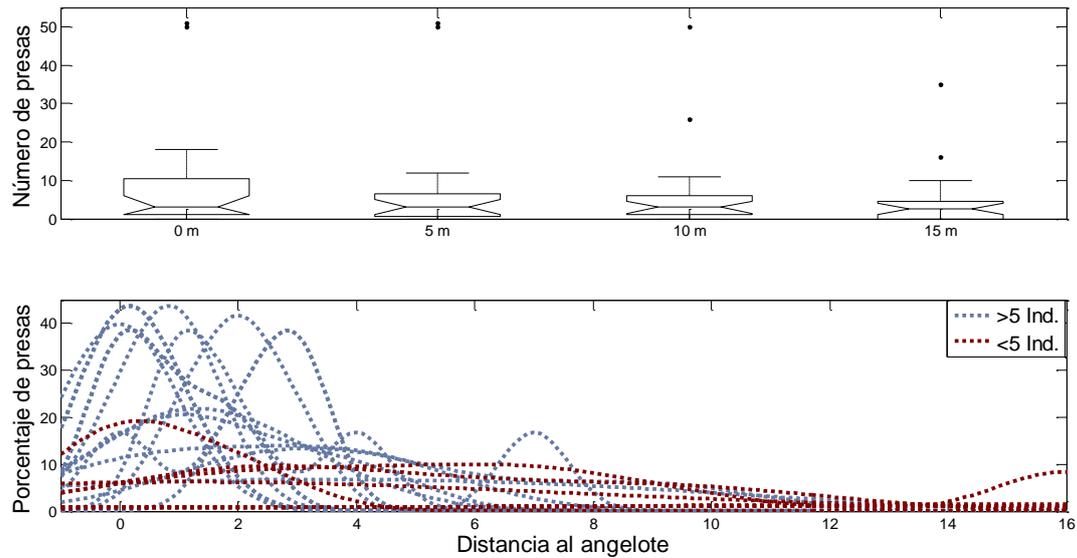


Figura 6. Arriba. Diagramas de cajas (“box-plot”) que muestran el 25, 50 (mediana) y 75 percentil del total de presas contabilizadas a las distintas distancias. Los bigotes señalan los datos más bajos y más altos entre el rango intercuartil de 1,5. Los valores más alejados de este rango se representan como puntos grises. **Abajo.** Se muestran las funciones de densidad de probabilidad del porcentaje de presas en función de la distancia al angelote, usando un modelo Gausiano de Kernel por cada metro de distancia.

Temperatura

La temperatura no mostró diferencias para las distintas distancias al angelote (Test de Kruskal-Wallis, $p=0,654$) (Tabla 1, Fig. 7).

Distancia (m)	0	5	10	15
Promedio (°C)	20,417	20,409	20,409	20,409
Desviación estándar (+/-)	0,504	0,503	0,503	0,503

Tabla 1. Resultados de los promedios de temperatura para cada distancia con su respectiva desviación estándar.

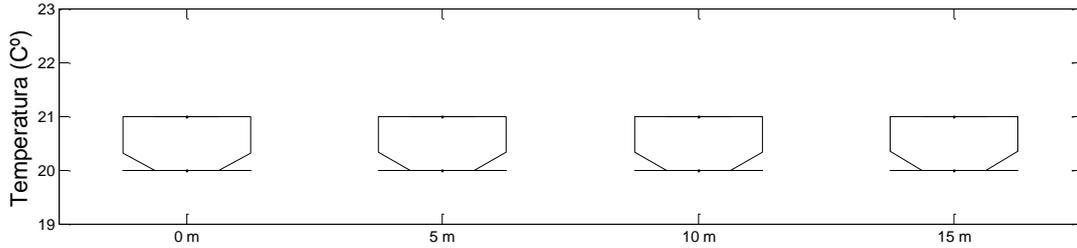


Figura 7. Diagramas de cajas (“box-plot”) que muestran el 25, 50 (mediana) y 75 percentil del total de las temperaturas medidas a las distintas distancias. Los bigotes señalan los datos más bajos y más altos entre el rango intercuartil de 1,5.

Dureza del sustrato

La estima de la dureza de la arena en la que se encontraba enterrado el angelote y la estimada para las distancias de 5, 10 y 15 m tampoco mostró diferencias significativas (Test de Kruskal-Wallis, $p=0,364$) (Tabla 2, Fig. 8).

Distancia (m)	0	5	10	15
Promedio (cm)	5,529	5,523	5,750	5,500
Desviación estándar (+/-)	1,187	1,239	1,081	1,255

Tabla 2. Resultados de los promedios de dureza del sustrato para cada distancia con su respectiva desviación estándar.

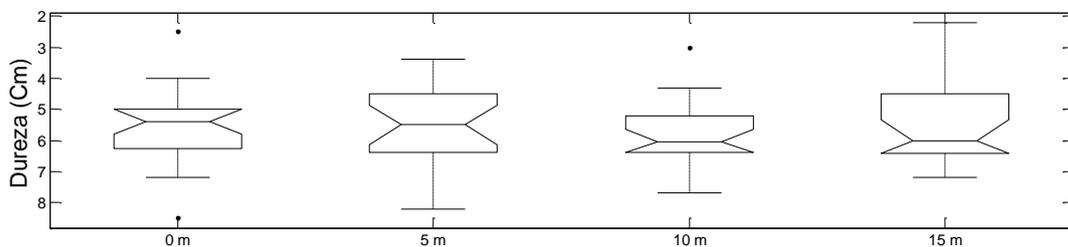


Figura 8. Diagramas de cajas (“box-plot”) que muestran el 25, 50 (mediana) y 75 percentil del total de la dureza del sustrato en centímetros medidos a las distintas distancias. Los bigotes señalan los datos más bajos y más altos entre el rango intercuartil de 1,5.

DISCUSIÓN

Temperatura del agua

En el presente estudio los datos obtenidos para la temperatura del agua muestran que se trata de un factor constante a lo largo de todo el área de estudio, llevando a descartar la presencia de microclimas. La temperatura del agua puede influir en la velocidad de consumo de energía en los animales. Una mayor temperatura del agua da a los individuos más energía para poder capturar a sus presas, aunque el gasto energético es mayor que en aguas frías (Hopkins & Cech, 1994; Carlson *et al.*, 2004). En base a esto, en un primer momento hubo la sospecha de que los juveniles podían estar distribuyéndose según la temperatura del agua, siendo esta un factor determinante. Heithaus (2007) ya propuso que los tiburones podrían estar modificando su tasa neta de consumo energético moviéndose entre los distintos hábitats de diferentes temperaturas, en base a su comportamiento (por ejemplo búsqueda de alimento, descanso, etc), dado que las tasas de digestión y asimilación no se ven afectadas en gran medida por la temperatura del agua (Por ejemplo, Matern *et al.* 2000; Carlson *et al.*, 2004). Aún así, los resultados no revelan diferencias significativas por lo que la temperatura del agua en la playa de Las Teresitas no actúa como factor determinante en la distribución de las crías de angelote.

Se debe resaltar la fecha en que se realizaron los muestreos, los datos de este estudio solo provienen de una estación del año (verano). Se tomaron en el momento en que la probabilidad de presencia de crías era mayor, independientemente de la variación anual que esta pueda tener. Concluimos que la temperatura del agua no influye en la distribución de los juveniles, pero quizás puede estar relacionada con la eficacia biológica de las crías. Se sabe que la temperatura del agua de la playa de Las Teresitas varía a lo largo del año. Puede que en esta época, la temperatura sea óptima para el buen desarrollo de las crías y por esa razón las hembras decidan concebir en esta época.

Tipo de sustrato, característica importante en las áreas de cría

El sustrato, así como la complejidad del hábitat, también son algunos de los factores que pueden influir en el atractivo y la rentabilidad de los tiburones en los hábitats dentro de las áreas de cría (Heithaus, 2007). Es lógico pensar que la dureza del sustrato pueda influir en la distribución de estas crías, por el hecho de que lo usan como estrategia ecológica para la protección y depredación principalmente. Pero, del mismo modo que

en el caso de la temperatura del agua, los resultados no muestran diferencias significativas para el tipo de sustrato en este área. Los juveniles no deben encontrar beneficios especiales, ni inconvenientes apreciables. Su distribución en la playa no viene determinada por el grado de dureza del sustrato. Así, entendemos que aunque se presente una mínima variación en la dureza del sustrato en la zona, esta es adecuada para de los juveniles de *S. squatina* pudiéndose enterrar en la totalidad del territorio sin ninguna dificultad y permitiendo un comportamiento habitual de la especie.

La búsqueda de alimento

El uso de las zonas de cría generalmente se entiende como beneficio para los juveniles, ofreciendo abundantes recursos alimenticios y la seguridad relativa de los depredadores (Branstetter, 1990; Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993). Pero ya Lowe en 2002 informó de la desnutrición de neonatos de tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) en la bahía de Kaneohe, Hawaii, dando como causa de la muerte de estos animales la inanición. Otros ejemplos que muestran las tasas de consumo de alimento por debajo de las demandas energéticas para diferentes especies de tiburones juveniles son Bush (2003), Duncan y Holand (2006) y Carlson *et al.* (2004). Si los recursos de la dieta son limitantes, los tiburones pueden distribuirse en diferentes escalas espaciales y temporales para reducir la presión de la competencia (Heupel, 2007). Aunque durante el estudio no hubo muestras evidentes de desnutrición por parte de ningún ejemplar, tampoco se descarta la posibilidad de una competencia intraespecífica por el alimento. No hay estudios experimentales ni trabajos publicados que lo defiendan, pero se sabe que muchas de las crías concebidas en esta playa no llegan a la madurez, ya sea a causa de la depredación o por la competencia alimentaria. Es un campo que aún está por estudiar. Aún así, se entiende que una búsqueda eficaz de alimentación es muy importante para el buen desarrollo de los juveniles que les permita llegar a la madurez sexual y así poder posponer la especie. El estudio trató de entender si el alimento en esta área era un factor determinante para la distribución de estos animales. En un primer momento los resultados no definieron una dependencia con el lugar donde se encuentra el alimento la cual se refleje en la propia distribución de los juveniles. Los análisis concluyen que la abundancia de presas potenciales no es un factor determinante en la distribución de *S. squatina*. Aún así, se observa una tendencia hacía la búsqueda de alimento en los casos donde la abundancia de presas potenciales es alta, con un mínimo

de 5 individuos presa (Fig. 6 abajo). Por el contrario, cuando el nivel de presas es pobre (< 5 ind.) se refleja una indiferencia frente a ellas, dando valores muy bajos en la abundancia y muy similares a todas las distancias. La justificación más adecuada para este comportamiento está relacionada con un equilibrio entre el beneficio obtenido, el tiempo y la energía dedicada en la búsqueda de alimento. La base de este comportamiento puede explicarse con la teoría del aprovisionamiento óptimo (del inglés “Optimal foraging theory”) el cual argumenta que un correcto aprovisionamiento de un animal, que explota el alimento y obtiene energía de un modo económico, será favorecido por la selección natural ya que tendrá mayor eficacia biológica (Begon et. al 1988). Aunque los datos de este estudio no han sido capaces de corroborar este hecho (la presencia de un número de presas mínimas hace que las crías se distribuyan según estas), y solo muestran una tendencia, se propone una ampliación del tamaño muestral usando la misma metodología con la finalidad de zanjar esta incógnita.

Otro teorema que puede estar relacionado con este comportamiento fue propuesto por Charnov (1976) llamado teorema del valor marginal donde se considera que el tiempo óptimo de permanencia en un parche de alimento depende de la tasa de obtención de energía del animal en el momento de abandonar el parche (el “valor marginal” del parche). En su estudio plantea la cuestión de cuando es el momento idóneo para abandonar el parche del cual se están alimentando, concluyendo con que el tiempo óptimo será un punto intermedio entre el tiempo residencia o alimentación (que el animal permanece en el parche alimentándose) sin acabar con la fuente y el tiempo de desplazamiento (cuánto tarda en encontrar otro cardumen en nuestro caso). Entonces, las crías podrían estar eligiendo si una fuente de alimento les es ecológicamente rentable depredar. En el caso de que se encuentren con un valor inferior a 5 individuos presa, ya sea porque se han estado alimentando de ella o era así en el momento que se la encontró, no les beneficia el gasto energético que implica perseguir al cardumen, entonces es muy probable que lo abandonen y vayan en busca de otro con más número de presas.

Dieta

Observando los datos recolectados, de todas las presas avistadas durante los muestreos, el gualde es la especie con mayor aparición. Se observa una diferencia muy notable en los datos respecto al resto de especies presa. El gualde junto al besugo y la herrera,

podríamos estar hablando de la dieta base de estas crías, con una especialización enfocada hacia el primero, que además en varias ocasiones se lo ha visto depredándolo. Un próximo paso sería la elaboración de un listado de su dieta principal. Estos valores también nos llevan a replantear la metodología del estudio de modo que el gualde tenga más protagonismo. Es decir, la presa principal y la que tiene más influencia en los resultados, es el gualde, un pez pelágico muy habitual en el litoral canario y de dimensión pequeña, entre 6 y 7 cm de largo aproximadamente (Moreno *et al.*, 2005). Una característica que cabe remarcar de este pez es el lugar que ocupa en el hábitat, vive en la columna de agua moviéndose a través de ella de un modo ágil y veloz. El método del punto fijo usado en el estudio junto con la gran movilidad que este pez presenta nos lleva a cuestionar si otra metodología para la abundancia de presas potenciales podría dar respuesta a las nuevas preguntas que este trabajo nos revela. Aunque el método del censo visual estacional o “punto fijo” descrito por Bortone *et al.* (1989) ya tiene en cuenta la movilidad de los individuos, quizás el espacio por el que habita el gualde es de dimensiones demasiado amplias impidiéndonos observar si la cría responde en busca de ella. Entonces, se propone un nuevo estudio basado en una metodología con muestreos en transectos lineales con la que se abarcaría más espacio muestral y se solventaría el problema.

CONCLUSIONS

- The offspring of *Squatina squatina* on Las Teresitas beach does not seem to be distributed in local points in the beach, not does it follow a gradient of temperature. Likewise, the low substrate hardness, which could allow the juvenile buried an easier way in the sand, neither does it seem to be a determinant factor that could explain the distribution by this animals.
- The results from the tests carried out for the abundance of prey near places where they buried the angel sharks showed no differences when compared with more remote areas. However, such data does not seem conclusive due to trends in the results and in prey distribution models. So, it could be the case that the juvenile angel sharks follow a pattern based on the concentration of fish. Studies suggest that when they are fairly abundant, angel shark's offspring can be found, whereas it does not seem to be an apparent relationship between the distribution of angel shark and dams when they are not abundant.

- We proposed two ways for the continuation of this work in the hope of obtaining results that would respond to the issues that this research makes an open discussion to. In the first place, to repeat the same project for one factor, abundance of prey, with the same methodology but with a larger sample size. Second, to propose a new experience design based on linear transects as methodology.

BIBLIOGRAFÍA

BAUM, J. K., MYERS, R. A., KEHLER, D. G., WORM, B., HARLEY, S. J. & DOHERTY, P. A. (2003). Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299, 389- 392.

BECK, M. W., HECK JR, K. L., ABLE, K. W., CHILDERS, D. L., EGGLESTON, D. B., GILLANDERS, B. M., HALPERN, B., HAYS, C. G., HOSHINO, K. & MINELLO, T. J. (2001). The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates: A better understanding of the habitats that serve as nurseries for marine species and the factors that create site-specific variability in nursery quality will improve conservation and management of these areas. *Bioscience* 51, 633-641.

BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R., (1988). *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona, 886 pp.

BINI, G. 1967. *Atlante dei pesci delle coste Italiane*, vol. I. Leptocardi, Ciclostomi, Selaci. Mondo Sommerso Editrice.

BORTONE, S.A., KIMMEL, J.J. & BUNDRICK, C.M. 1989. A comparison of three methods for visually assessing reef fish communities: time and area compensated. *North Easter Gulf Science*, 10: 85-96.

BRANSTETTER, S., (1990). Early life-history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the northwest Atlantic. In: Pratt HL Jr, Gruber SH, Taniuchi T (eds) *Elasmobranchs as living resources: advances in biology, ecology, systematics and the status of the fisheries*. NOAA Tech Rep 90, National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD, p 17–28

- BUSH, A., (2003). Diet and diel feeding periodicity of juvenile scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in Kane'ohē Bay, O'ahu, Hawai'i. *Environ Biol Fish* 67:1–11
- CAPAPÉ, C., QUIGNARD, J.P. & MELLINGER, J. (1990). Reproduction and development of two angel sharks, *Squatina squatina* and *s. oculata* (Pisces: Squatinidae), off Tunisian coasts: semi-delayed vitellogenesis, lack of egg capsules, and lecithotrophy. *Journal of Fish Biology*. Volume 37, Issue 3. 347 – 356 pag.
- CAPAPÉ, C. TOMASINI, J.A. & QUIGNARD, J.P. (2000). Les elasmobranches pleurotrèmes de la côte du Languedoc (France méridionale): observations biologiques et démographiques (The pleurotremata elasmobranchs from the coast of Languedoc (Southern France): biological and demographic observations). *Vie Milieu* 50:123-133
- CARLSON, J. K. (2002). Shark nurseries in the northeastern Gulf of Mexico. Shark nursery grounds of the Gulf of Mexico and the East Coast waters of the United States: an overview. An internal report to NOAA's Highly Migratory Species Office. NOAA Fisheries Narragansett Lab 28, 165-182.
- CARLSON, J. K., GOLDMAN, K.J. & LOWE, C., (2004). Metabolism, energetic demand, and endothermy. In: Carrier J, Musick J, Heithaus M (eds) *The biology of sharks and their relatives*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, p 203–224
- CASTRO, J.I., (1993) The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environ Biol Fish* 38: 37–48
- CASTRO, J. I., WOODLEY, C. M. & BRUDEK, R. L. (1999). A preliminary evaluation of the status of shark species. Food & Agriculture Org.
- CAVANAGH, R.D. & GIBSON, C. (2007) Overview of the conservation status of cartilaginous fishes (chondrichthyans) in the Mediterranean Sea. IUCN, Gland & Malaga.
- COMPAGNO, L.J.V., DANDO, M. & FOWLER, S. (2005) *Sharks of the world*. Princeton University Press, Princeton

COMPAGNO, L.J.V. (2001). Nations F and AO of the U. Sharks of the World: An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date. Food & Agriculture Org.; 288 p.

COMPAGNO, L.J.V. (1984). FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1 - Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop. 125(4/1):1-249. Rome: FAO.

COMPAGNO, L.J.V., DANDO, M. & FOWLER, S. (2005). A field guide to the sharks of the world. Harper Collins Publishing Ltd., London, 368 p.

COUCH, J. (1822) Some particulars of the natural history of fishes found in Cornwall. Transactions of the Linnean Society of London. Volume 14, Issue 1, pages 69 - 92.

CHARNOV, E.L., (1976). Optimal foraging: the marginal value theorem. Theor. Pop. Biol., 9: 129-136.

DAY, F., (1880-1884) The fishes of Great Britain and Ireland, vol 2. Williams & Noegate, London-Edinburgh

DO 746 (1998) Decisión del consejo (CE) No 746/1998 de 21 de diciembre de 1998. Diario oficial de la Unión Europea 31 de diciembre de 1998 DO (1998) decisión del consejo (98/746/CE) de 21 de diciembre de 1998 relativa a la aprobación, en nombre de la comunidad, de la modificación de los anexos II y III del convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, adoptada durante la decimoséptima reunión del comité permanente del convenio. L358(II):114

DUNCAN, K.M. & HOLLAND, K.N., (2006) Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. Mar Ecol Prog Ser 312:211–221

EBERT, D.A. & COMPAGNO, L.J.V. (2013) . Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 1. Cow, frilled, dogfish, saw, and angel sharks (Hexanchiformes, Squaliformes, Pristiophoriformes, and Squatiniformes). FAO, Rome.

- ELLIS, J.R., PAWSON, M.G. & SHACKLEY, S.E. (1996). The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 76(1):89-106.
- ESCÁNEZ, A., CRESPO, A., RODRÍGUEZ, A., OÑATE, M. & MARRERO, J., (2013). *Investigación y Divulgación del Medio Marino*, Asociación Tonina.
- FALCÓN, J., BORTONE, S.A., BRITO, A. & BUNDRICK, C.M. (1996). Structure of and relationships within and between the littoral, rock-substrate fish communities off four islands in the Canarian Archipelago. *Marine Biology*, 125: 215-231.
- FRANKE, A. & CARPENTER, K.E., (s.f.). FishBase. Recuperado de <http://www.fishbase.se/summary/Squatina-squatina.html>
- HAMMOND T.R. & ELLIS J.R. (2002) A meta-assessment for elasmobranchs based on dietary data and Bayesian networks. *Ecol Indic* 1:197-211
- HEITHAUS, M., (2007). Nursery areas as essential shark habitats: A theoretical perspective. *American Fisheries Society Symposium* 50:3-13.
- HEUPEL, M. R., CARLSON, J. K. & A., S. C., (2007). Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337, 287-297.
- Hopkins, T. E., and J. J. Cech, Jr. 1994. Effect of temperatura on oxygen consumption of the bat ray, *Myliobatis californica* (Chondrichthyes, Myliobatidae). *Copeia* 1994:529–532.
- ICES, (2004). Report of the working group on fish ecology (WGFE). 2-7 April 2004, ICES, Copenhagen. ICES CM 2004/G:09
- ICES, (2008). Report of the ICES advisory committee 2008. ICES Advice 2008, Books 5 & 6, Copenhagen
- LAST, P.R. & WHITE, W.T., (2008). Tree new angel sharks (Chondrichthyes: Squatinidae) from the Indo-Australian región. CSIRO Marine & Atmospheric Reserch, Australia.

- LIPEJ, L., DE MADDALENA, A. & SOLDO, A., (2004). Sharks of the Adriatic Sea. Knjižnica Annales Majora, Koper, 253 p.
- Lowe, C.G., (2002) Bioenergetics of free-ranging juvenile scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in Kane'ohē Bay, Oahu, HI. J Exp Mar Biol Ecol 278:141–156
- MATERN, S. A., CECH, J. J. & HOPKINS, T. E., (2000). Diel movements of bat rays, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California: evidence for behavioral thermoregulation? Environmental Biology of Fishes 58:173–182.
- MEYERS, E., (2015). Patterns in the distribution, population structure and habitat use of the Angel Shark (*Squatina squatina*). Master of Science thesis, University of Bonn.
- MORENO, T., CASTRO, J.J. & SOCORRO, J., (2005). Reproductive viology of the sand smelt *Atherina presbyter* Cuvier, 1829 (Pisces: Atherinidae) in the central-east Atlantic.
- MOREY, G., SERENA, F., MANCUSI, C., FOWLER, S.L., DIPPER, F. & ELLIS J., (2006). *Squatina squatina*. In: IUCN 2007. IUCN red list of threatened species. www.iucnredlist.org (accessed 10 May 2009 and 12 April 2012)
- NARVÁEZ, K., (2013). Aspectos biológicos y ecológicos del tiburón ángel *Squatina squatina* (Linnaeus 1758) en la Isla de Gran Canaria Phd thesis, Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- OSPAR, (2008). Case reports for the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats. Biodiversity Series 358
- QUÉRO, J.C. & CENDRERO, O., (1996). Incidence de la pêche sur la biodiversité ichthyologique marine: le bassin d'arcachon et le plateau continental sud Gascogne. Cybium 204:323-356
- ROUX, C., (1989). Squatinadae. In: Whitehead PJP, Bauchot ML, Hureau JC, Nielsen J, Tortonese E (eds) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, vol 1. UNESCO, Paris, pp 148-152
- SIMPFENDORFER, C.A., FREITAS, G.G., WILEY, T.T. & HEUPEL, M.R. (2005b) Distribution and habitat partitioning of immature bull sharks (*Carcharhinus leucas*) in a southwest Florida estuary. Estuaries 28:78–85

SPRINGER, S. (1967). Social organization of shark populations. In *Sharks, skates and rays* (ed. M. R. W. Gilbert P.W., Rall D.P.), pp. 149–174. John Hopkins Press, Baltimore, MD, .

TORTONESE, E., (1956). *Leptocardia, Ciclostomata, Selachii, Fauna d'Italia*. Vol. II. Ed. Calderini, Bologna.

YATES, P. M., HEUPEL, M. R., TOBIN, A. J. & SIMPFENDORFER, C. A. (2012). Diversity in young shark habitats provides the potential for portfolio effects. *Marine Ecology Progress Series* 458, 269-281.