

Proyectos de
investigación-
conservación

Estudio del primer área de cría del Angelote (*Squatina squatina*) descubierta en Canarias.

Alejandro Escáñez Pérez^{1,2}, Ana Crespo Torres¹, Sara Rodríguez Ramallo¹, Marina Oñate¹, Jacobo Marrero Pérez¹.

¹ Asociación Tonina. Calle Dr. Antonio González, N°5, Planta 4º. CP: 38204. San Cristóbal de La Laguna, Tenerife (Islas Canarias). España.

² Departamento de Ecología e Biología Animal, Edificio de Ciencias Experimentais, Campus As Lagoas-Marcosende, Universidade de Vigo, 36310 Vigo, España.

RESUMEN

En este trabajo se comprueba que la playa de las Teresitas (Tenerife, Islas Canarias) es una zona de cría para el angelote (Squatina squatina, Linnaeus 1758), según los tres criterios propuestos por Heupel y colaboradores (2007). Para ello se tomaron datos de densidad, abundancia y talla de los animales a lo largo de los 12 meses del año, validando diversas técnicas de muestreo para la realización de estudios sobre distribución y abundancia de crías de esta especie, con el fin de establecer una metodología fiable que pudiera ser utilizada de forma estandarizada en otras partes del territorio. Así, se comprobó que: (1) los juveniles de angelotes se encuentran más fácilmente en la playa de las Teresitas que en otras áreas, (2) los juveniles tienden a permanecer en la playa y retornar a ella, (3) el uso de la playa como criadero se mantiene a través de los años. Además, se comprobó que los muestreos nocturnos son los más adecuados para la estima de la densidad y abundancia de crías de esta especie seriamente amenazada.

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DE *Squatina squatina*.

Las especies de la familia *Squatinidae* se caracterizan por presentar el cuerpo ancho y comprimido dorso-ventralmente, lo que los asemeja al grupo de 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 y no poseen aleta anal. La aleta caudal tiene el lóbulo inferior ligeramente más largo que el superior (=hipocercal) (Compagno *et al.*, 2005).

El angelote, tiburón ángel o pez ángel (*S. 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 desde zonas costeras hasta los 150 metros de profundidad. Se asocia principalmente en sustratos

Proyectos de investigación- conservación

Figura 1.: Crías de angelotes en la playa de las Teresitas (Fotografías: Jaime Ezequiel Rodríguez Riesco).



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 (Ebert y Compagno, 2013). 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). Son tiburones ovovivíparos, donde los dos ovarios son funcionales en la hembra. Las hembras paren unas 7 a 25 crías (Roux, 1989; Compagno *et al.*, 2005), después de un periodo de gestación que dura de 8 a 10 meses.

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

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE ANGELOTES EN AGUAS EUROPEAS

La familia *Squatinaidae* es la segunda familia de tiburones más amenazada del mundo y el angelote (*Squatina squatina*) está considerado como una de las 100 especies más amenazadas a nivel mundial (Dulvy *et al.*, 2014). El área de distribución histórica del angelote abarcaba desde el norte de Noruega y Suecia hasta las aguas costeras de Marruecos, el Sahara y las Islas Canarias, incluyendo las aguas del Mediterráneo y el Mar Negro. Esta especie fue común en aguas del Noreste Atlántico durante los siglos XIX y principios del XX, viéndose mermada su población en los últimos 50 años debido a la presión pesquera, provocada fundamentalmente por las artes de arrastre demersal. Durante la década de los 90, esta modalidad de pesca capturaba como “bycatch” (capturas no deseadas o descartes) una media de un ejemplar de angelote por cada 10 horas de arrastre comercial de fondo, por lo que se cree que fue el principal motivo de su extinción de la especie en el Mar del Norte, Gran Bretaña y Francia (Rogers y Ellis, 2000; Quero y Cendrero, 1996; Quero, 1998; Capapé *et al.*, 2000). En la actualidad, se considera a esta especie localmente extinta en el Mar de Irlanda, Canal de Bristol y casi desaparecida por completo en la totalidad de las aguas británicas (Rogers y Ellis, 2000). En el Mar Celta, datos pesqueros recopilados por la ICES muestran también un fuerte declive de las capturas, pasando de unas 30 toneladas en la década de los setenta a unas pocas capturas esporádicas desde 2009-2011 (ICES, 2012).

La especie también ha sufrido un importante declive de sus poblaciones en las zonas centrales de su rango de distribución geográfica. Así, en la península ibérica esta

Proyectos de investigación-conservación

especie era frecuente tanto en las costas atlánticas como en las mediterráneas en épocas pasadas (Lozano Rey, 1928), siendo bastante común durante todo el año en la costa valenciana (Cisternas, 1867). Muestreos científicos realizados desde 1983 en la plataforma continental gallega y el mar Cantábrico no han registrado la captura de ningún ejemplar (OSPAR COMMISSION, 2010).

En la actualidad, las poblaciones de angelotes se encuentran muy fragmentadas dentro de su área de distribución potencial, llegando al punto de estar localmente extinta, como ocurre por ejemplo en el caso del Mar Báltico, Norte del Mediterráneo y Mar Negro; siendo muy raro de observar en su límite norte de su distribución. Se tiende a considerar que la única región en el mundo donde aún se encuentran poblaciones saludables de la especie es el archipiélago canario. Si bien en la actualidad no existe ningún tipo de estudio que confirme el buen estado de las poblaciones de angelote en esta región, esta especie es uno de los elasmobranquios más comunes de observar en aguas canarias por parte de buceadores y pescadores. En Canarias, el angelote fue descrito como una especie frecuente durante los siglos XIX y principios del XXI (Viera y Clavijo, 1866; Brito, 2002). En la década de los 70, fue habitualmente capturado en palangres de fondo y trasmallos, capturándose ejemplares con tallas comprendidas entre los 100 y 150 cm, si bien algunos individuos juveniles fueron reportados en Fuerteventura (Bravo de Laguna, 1973; Bravo de Laguna y Escáñez, 1975). Por islas se consideraba medianamente abundante en El Hierro, La Palma, Gran Canaria y Lanzarote; abundante en Fuerteventura y raro en la isla de Tenerife (Bravo de Laguna y Escáñez, 1975).

En la actualidad, en Canarias se considera una especie abundante en la zona costera de todas las islas (0-100 m), principalmente en zonas de fondos arenosos y praderas de fanerógamas marinas de seba (*Cymodosea nodosa*), pudiendo ocupar también fondos mixtos de arena, gravas y rocas (Brito, 2002).

NORMATIVAS 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 esta especie como en peligro crítico de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Hammond y Ellis, 2002; Cavanagh y Gibson, 2007). Asimismo, 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 o 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.

IMPORTANCIA DE LAS ÁREAS DE CRÍA PARA LA CONSERVACIÓN DE TIBURONES

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

Proyectos de investigación-conservación

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).

En lo que se refiere a las estrategias de conservación de tiburones, la dificultad que conlleva la protección de especies con gran movilidad y grandes áreas de campeo, hace en la práctica 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 (e.g., Castro *et al.*, 1999; Baum *et al.*, 2003) y/o el incremento de las poblaciones humanas en las zonas costeras (Beck *et al.*, 2001).

La falta de consenso a la hora de dar una definición precisa sobre las áreas de cría en elasmobranquios, junto con la dificultad de aplicar criterios estandarizados para su comprobación en trabajos experimentales, hace que el concepto de criadero se asocie a más zonas de las que cabría esperar, muchas veces designando como áreas de cría a vastas extensiones de costa, lo que dificulta la delimitación de áreas protegidas que permitan asegurar la conservación de estas especies. La revisión llevada a cabo por Heupel y colaboradores (2007) ofrece una definición unificada del concepto de criaderos para elasmobranquios, haciendo posible su comprobación experimental en trabajos científicos. 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, (2) los juveniles tienden a permanecer en estas áreas o retornar a ellas, pasando largos periodos de tiempo en el área (semanas o meses), (3) el uso del área de cría se mantiene a través de los años. Algunos ejemplos de criaderos que cumplen estos criterios y que han sido descritos para distintas familias de tiburones son: para la familia *Carcharhinidae* *Carcharhinus limbatus* (Heupel y Hueter, 2002; Keeney *et al.*, 2003; Heupel y Simpfendorfer, 2005a; Heupel y Simpfendorfer, 2005b) o *Negaprion brevirostris* en Las Bahamas (Gruber *et al.*, 2001); y para la familia *Sphyrnidae*, *Sphyrna lewini* en Kaneohe Bay, Hawaii (Lowe, 2002). Sin embargo, aún no existe ningún área descrita como criadero para tiburones de la familia *Squatinae*.

MÉTODOS

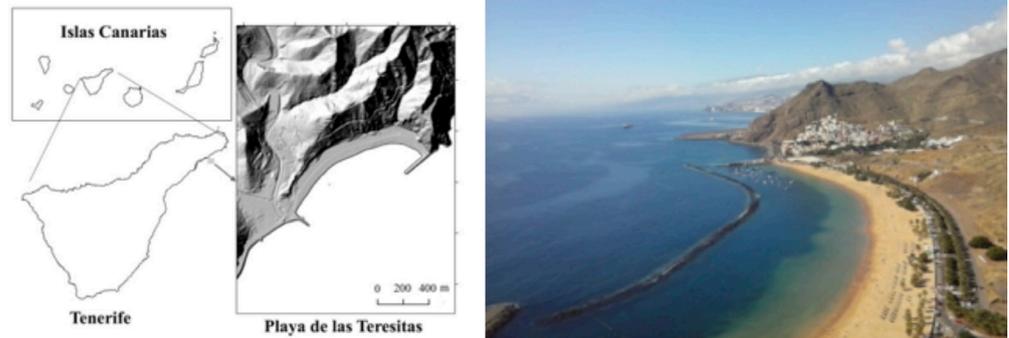
ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo en la playa de Las Teresitas, una playa artificial donde la arena negra original se reemplazó en 1973 por arena traída del Sahara. Localizada en el pueblo de San Andrés del municipio de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, Islas Canarias) (Fig. 2), 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,

Proyectos de investigación-conservación

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.

Figura 2. 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.



METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Entre agosto de 2014 y agosto de 2015 se llevaron a cabo muestreos submarinos tanto diurnos como nocturnos, utilizando la metodología de transectos lineales para censos de peces e invertebrados (Watson y Quinn, 1997; Graham *et al.*, 2004). Durante cada sesión de muestreo, dos buceadores con equipo ligero realizaron 4 transectos de 50 m de longitud, donde cada buceador buscaba visualmente a los angelotes, cubriendo anchos de banda de 5 m a cada lado de la línea del transecto, abarcando un área de 500 m² en total y entre profundidades comprendidas entre los 0,5 y 5 m. Para testar la adecuación del periodo de muestreo (día o noche) se realizaron sesiones diurnas y nocturnas durante cada día de trabajo, recorriendo las mismas zonas de la playa y con las mismas condiciones de altura de marea. Se tomó la posición GPS de cada individuo avistado, gracias a una boya equipada con un dispositivo GPS que se colocaba en superficie en la perpendicular sobre cada individuo. Además, se recogieron datos acerca del número de otras especies de peces e invertebrados observados durante la realización de cada uno de los transectos.

Para poder determinar la medida exacta de los animales, se usaron técnicas de fotometría, colocando una tablilla milimetrada paralela al eje medio del cuerpo del animal (Fig. 3), a una distancia de unos 10 cm, y se tomaban imágenes de vídeo utilizando una cámara GOPRO-3. Además, se recogieron datos del comportamiento de los angelotes durante cada uno de los avistamientos.

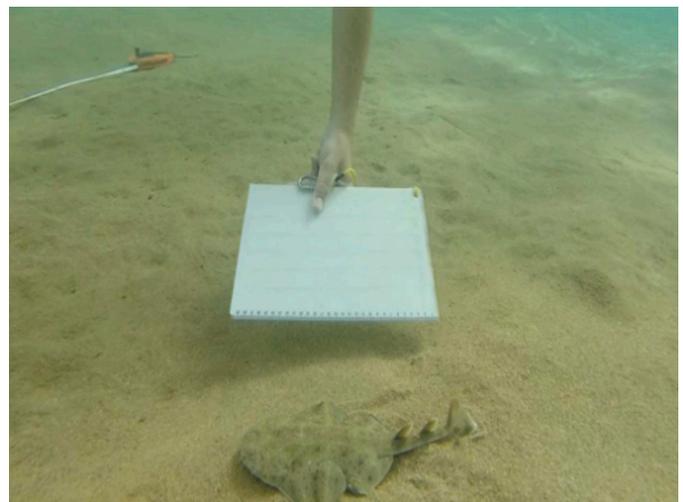


Figura 3. Fotografía tomada durante uno de los transectos lineales realizados mostrando la línea del transecto al fondo y la tablilla reglada utilizada para la obtención de datos precisos sobre la talla de cada uno de los ejemplares avistados.

Proyectos de investigación-conservación

ANÁLISIS DE DATOS

La abundancia total de juveniles de angelotes en la playa fue calculada utilizando la fórmula:

$$\hat{N} = \frac{n}{a/A} = \frac{nA}{a}$$

Donde N representa la estima del número total de individuos, n el número de animales detectados durante los transectos, a el área muestreada durante los transectos y A el área total (Thomas *et al.*, 2002). Además, la densidad (nº de individuos/ha) fue calculada para todas las crías de angelote avistadas dentro de transectos.

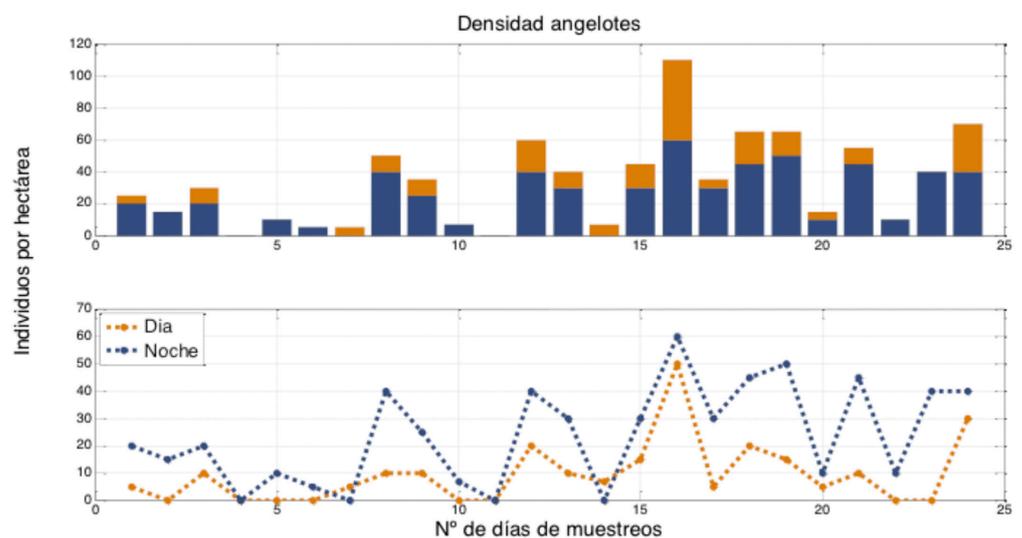
RESULTADOS

Se realizaron un total de 192 censos visuales submarinos mediante transecto lineal, durante 48 jornadas de trabajo repartidos a lo largo del año (24 días y 24 noches), muestreándose la totalidad del área de estudio. Se localizaron un total de 213 crías de angelotes, con lo que se estimó una abundancia promedio total para el periodo del estudio de $64,4 \pm 79,8$ individuos durante el día y $162,3 \pm 124,3$ individuos durante la noche.

Se obtuvieron valores de densidad de angelotes, también calculados por separado para los muestreos diurnos y nocturnos, obteniéndose valores medios de individuos por hectárea de $9,44 \pm 13,1$ durante los muestreos diurnos y de $28,8 \pm 18,2$ durante los muestreos nocturnos (Fig. 4).

Estos resultados indican que la metodología del censo visual submarino durante el periodo nocturno es el más adecuado para el estudio de esta especie. Esto se debe a la mayor detectabilidad de los individuos durante la noche, ya que durante el día, la mayoría se encuentran totalmente enterrados, siendo muy complicado de avistar. Esto resulta de vital importancia a la hora de realizar estudios sobre crías de esta especie, ya que los censos diurnos pueden estar subestimando hasta en un 40% la población real de animales presentes en un área concreta.

Figura 4: Densidad de angelotes obtenida durante el periodo de estudio. Arriba: diagramas de barras en donde se observa la densidad total calculada para cada día de muestreo, tanto durante el día como durante la noche. Abajo: Variación observada en la densidad de angelotes durante el periodo de estudio. Nótese que la densidad de crías observada durante los muestreos nocturnos es, en la mayor parte de los días, superior a los valores obtenidos durante los muestreos diurnos.



Proyectos de investigación-conservación

La longitud total de las crías de angelotes avistadas varió entre los 20 y 55 cm durante el periodo de estudio, siendo la talla media de las mismas de 32 ± 3 cm. Las tallas menores comprendidas entre los 20-30 cm, correspondieron a crías nacidas durante 2015 y fueron observadas mayoritariamente durante los meses comprendidos entre julio y septiembre. Los individuos juveniles con tallas de 30 a 37 cm fueron observados con mayor frecuencia entre los meses comprendidos entre octubre y febrero. Ejemplares mayores de 37 cm, presumiblemente nacidos el año anterior, aparecen esporádicamente durante los meses de abril, julio y febrero, lo que indica que el criadero es principalmente utilizado por ejemplares de primer año, con tallas que comprenden de 20-37 cm (Fig. 5).

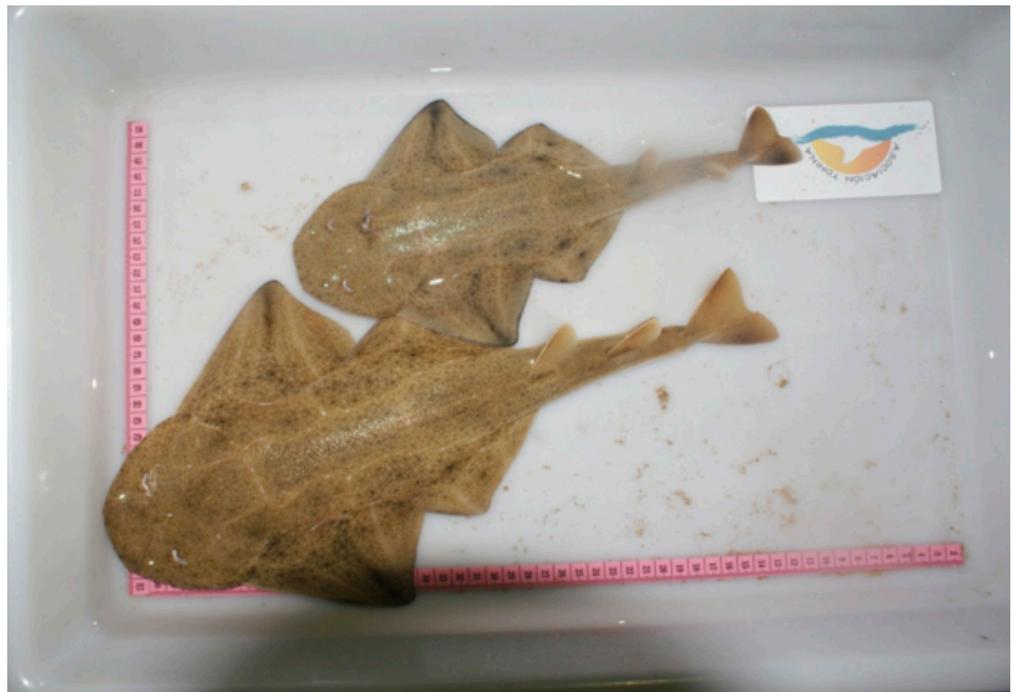


Figura 5. Diferencias en tallas entre crías de angelote del primer y segundo año presentes en el criadero durante el mes de julio.

DISCUSIÓN

LAS TERESITAS COMO CRIADERO DE ANGELOTES

Los resultados de este estudio confirman que la playa de las Teresitas está siendo utilizada como un área de cría por los angelotes de la zona, según la definición dada por Heupel y colaboradores (2007). La densidad media anual observada durante los transectos diurnos en este estudio (9,44 indiv./ha.) son muy superiores a los obtenidos por Narvaéz (2012) (0,6 indiv./ha.), por lo que Las Teresitas cumple con uno de los requisitos descritos por Heupel *et al.*, (2007) para definir un criadero de elasmobranchios; (1) los juveniles se encuentran más fácilmente en este área que en otras. El segundo criterio propuesto por Heupel *et al.*, (2007), en el que postula que los juveniles tienden a permanecer en estas áreas o retornar a ellas, por extensos periodos de tiempo (semanas o meses), también se cumple, ya que se han observado crías durante los 12 meses del estudio, así como un incremento de sus tallas durante este período, lo que parece indicar que permanecen en el área. El tercer criterio que propone Heupel *et al.*, (2007) es que el uso del área se mantiene a través de los años. Este criterio no se ha podido verificar en este trabajo, pero se tiene constancia de la presencia de los animales en la playa de Las Teresitas al menos desde el año 1996 (Alonso *et al.*, 1996), y se puede encontrar en la prensa escrita referencias de ataques de juveniles de angelotes a bañistas en la playa (<http://eldia.es/2000-06-14/tenerife/tenerife22.htm>).

Proyectos de investigación-conservación

La alta densidad de crías observadas durante el periodo de estudio y su estructura de tallas indican la permanencia de estas durante varios meses dentro del área. La playa de las Teresitas cumple con las condiciones descritas para la mayoría de áreas de cría de diferentes especies de tiburones costeros, las cuales son: zonas tranquilas con aguas protegidas de corrientes y oleaje, zonas con alta producción de alimento para las crías y juveniles, y baja presencia de depredadores. La propia fisionomía de la playa, con un amplio rompeolas en su parte frontal y bocas abiertas de pequeño tamaño en sus extremos, hace que las aguas internas permanezcan tranquilas durante todo el año, tanto durante las pleamareas como las bajamareas e incluso durante el azote de temporales de cierta intensidad.

Como zona de baño, la pesca tanto profesional como recreativa está prohibida en el interior de la playa de las Teresitas, sólo realizándose la pesca recreativa en la cara exterior de los espigones hacia aguas abiertas. Esta protección puede ser el motivo de la alta densidad de juveniles y adultos de especies de interés pesquero en su interior. Cabe destacar entre estas especies el llamado comúnmente en Canarias “guelde” (*Atherina presbyter*), que alcanza grandes densidades y de la cual es frecuente observar alimentándose a las crías de angelote de menor tamaño durante la noche. También se ha observado una elevada densidad de otras especies de peces como sargos (*Diplodus* spp.), salemas (*Sarpa salpa*), pejepeines (*Xyrichtys novacula*), especies de cefalópodos como los chocos (*Sepia officinalis*) y crustáceos como el langostino mediterráneo (*Melicertus kerathurus*). Ello propicia un suministro abundante de presas para las primeras etapas de la vida de las crías de angelote.

Los principales depredadores de neonatos y juveniles de tiburones son generalmente otras especies de tiburones e incluso ejemplares adultos de la misma especie. Durante todo el periodo de este estudio, no se observó ninguna otra especie elasmobranquio en el interior de la playa y sólo en una ocasión, se observó un ejemplar adulto de angelote en mayo de 2015, tratándose de una hembra grávida de 1,20 m de longitud.

INTERACCIONES ENTRE BAÑISTAS Y ANGELOTES EN LAS TERESITAS

La presencia de un área de cría de angelotes en una de las playas turísticas con mayor afluencia de bañistas de Tenerife, ha llevado inevitablemente a la interacción entre esta especie y los visitantes. Esta interacción, normalmente negativa, se produce cuando los bañistas pisan accidentalmente a las crías que se encuentran enterradas en la arena durante el día a escasa profundidad, y muy próximas a la orilla durante las bajamareas. Estas por lo general escapan tras ser pisadas o en muy raras ocasiones propician un pequeño mordisco defensivo en los pies del bañista, que por suerte y debido al pequeño tamaño de los ejemplares no tienen mayor gravedad (Fig. 6).

Figura 6: Izquierda: Zona superior del tobillo de un investigador del proyecto con una pequeña mordedura defensiva de un cría de angelote al ser pisada. Derecha: Paneles informativos sobre la importancia del criadero de angelotes en los accesos de la playa de las Teresitas.



Proyectos de investigación-conservación

Pese a la escasa gravedad de estas interacciones en los últimos años se ha suscitado una cierta alarma entre los usuarios habituales de dicha playa. Con el fin de acabar con dicha alarma se llevó a cabo una campaña de sensibilización e información sobre el uso y presencia de las crías de angelote en la playa, promovida desde el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife y con la participación de la Asociación Tonina. Esta campaña se basó en la divulgación en diferentes medios de comunicación locales tanto escritos como televisivos, donde los investigadores del proyecto daban información basada en las observaciones realizadas y daban nociones sobre el grave estado de conservación que sufre la especie a nivel mundial. Una segunda medida fue llevada directamente a pie de playa, mediante la colocación de paneles informativos en los diferentes accesos de la playa, en varios idiomas. En ellos se aportaba información básica sobre el estado de conservación de la especie y del uso de la playa como área de cría, además de indicaciones para evitar en la medida de lo posible interacciones con las crías de angelote (Fig. 6).

OTROS PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

El principal problema ambiental que se ha observado en la zona de estudio es la acumulación de basuras en sus fondos. Debido a la gran afluencia de visitantes, la generación de residuos es considerable y pese a que la playa consta de infraestructuras adecuadas para su recogida, tales como papeleras, contenedores, además de un servicio de limpieza diario con tractores rastrilladores, la llegada de residuos al agua se sigue produciendo. Esto añadido a las entradas puntuales de detritos de origen natural (material vegetal), proveniente de la cercana desembocadura del barranco de El Cercado, pueden poner en peligro la calidad de los fondos de la playa y con ello el hábitat de este criadero de angelotes.

SIGUIENTES PASOS EN LA INVESTIGACIÓN DEL ANGELOTE EN LAS ISLAS CANARIAS

Las líneas de investigación en las que actualmente está trabajando Asociación Tonina, se centran en la búsqueda de nuevas áreas potenciales de cría de angelotes, tanto en la isla de Tenerife como en el resto de islas Canarias. Además, una segunda fase del proyecto, que se realiza conjuntamente con los investigadores del Angel Shark Project, pretende estudiar mediante el marcaje de individuos, parámetros biológicos fundamentales, como pueden ser la supervivencia o la tasa de crecimiento.

Las campañas de marcaje llevadas a cabo durante el año 2015 se realizan durante la noche, dada la facilidad para encontrar a los animales y para no molestar a los bañistas de la playa. El equipo de investigación está formado por entre 9-15 investigadores que se reparten en dos equipos de trabajo coordinados: los buceadores, que se encargan de localizar y capturar a los animales; y el personal de tierra, que se encarga de marcar y tomar los datos.

Los angelotes se capturan por buceadores utilizando una red de mano circular, que se sitúa sobre los animales y que se utiliza para transportar a los diferentes individuos hasta una cubeta reglada con agua (Fig. 7). Esta cubeta se traslada posteriormente hasta una mesa de trabajo situada en la arena de la playa. Una vez en la mesa de trabajo, se midió, pesó y sexo a cada uno de los angelotes capturados. Además, se le tomaron fotografías de la zona dorsal para realizar el seguimiento de marcas naturales que pudieran utilizarse para la identificación individual y variaciones en los patrones de coloración de los individuos. Se colocaron marcas externas tipo "T-BAR" con un

Proyectos de investigación-conservación

código específico, compuesto por las letras “TF”, indicativo de que han sido marcados en la isla de Tenerife, seguidos de un número de tres cifras (Fig. 7).

Todos los trabajos realizados cuentan con la autorización de la Viceconsejería de Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias N°: 408 / 2014 - Tomo: 1, y con la certificación del comité ético para experimentación animal en fauna silvestre.



Figura 7. Arriba: Captura de un angelote para su marcaje utilizando una red de mano (Fotografía: Michael J. Shealey). Abajo: Marcaje de una cría de angelote utilizando marcas externas “T-BARS” en la playa de las Teresitas.

Todos los conocimientos generados en Canarias sobre el angelote durante la realización de estos trabajos de investigación, pueden ser de vital importancia para emprender acciones de conservación y recuperación en áreas, tanto dentro del territorio nacional como en Europa, donde esta especie se encuentra seriamente mermada.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por el MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE a través de FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA y cofinanciado por el AYUNTAMIENTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE. Los trabajos realizados durante este proyecto de investigación no serían posibles sin la inestimable ayuda de otros biólogos marinos que nos ayudan voluntariamente durante las campañas de toma de datos. Queremos expresar nuestra gratitud a todos ellos: Eva Meyers, David Jiménez, Omar Álvarez, Daniel Hernández, Marta González, Juan Laraña, Alberto J. Arends, Armando del Rosario, Erica González, Jaime Ezequiel Rodríguez, Belén Caro, Michael J. Shealey, Yasmina Díaz y Gonzalo Albaladejo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, C., MONTARROSO, R. & GUILABERT, J. L. (1996). *Squatina squatina*, reproducción y distribución en la playa de Las Teresitas. Universidad de La Laguna.
- 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.
- BRAVO DE LAGUNA, J. & ESCÁÑEZ, J. (1975). Informe sobre las posibilidades pesqueras de elasmobranquios en el Archipiélago Canario. *Publicaciones Técnicas de la Dirección General de Pesca Marítima* 11, 169-192.
- BRAVO DE LAGUNA. (1973). Elasmobranchii off the Canary Islands. *ICES CM/J:1-17*.
- BRITO, A. (2002). Peces de las Islas Canarias: catálogo comentado e ilustrado. Francisco Lemus.
- CAPAPÉ, C., TOMASINI, J. A. & QUIGNARD, J. P. (2000). Les elasmobranches pleurotrèmes de la cote du Languedoc (France Méridionale): observations biologiques et démographiques. *Vie et 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.
- CASTRO, J. I., WOODLEY, C. M. & BRUDEK, R. L. (1999). A preliminary evaluation of the status of shark species. (No. 380). Food & Agriculture Org.
- CAVANAGH, R. D. & GIBSON, C. (2007). Overview of the Conservation Status of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) in the Mediterranean Sea. IUCN.
- CISTERNAS, R. (1867). Catálogo de los peces comestibles que se crían en las costas españolas de Mediterráneo y en los ríos y lagos de la provincia de Valencia: Memoria premiada por el Instituto médico valenciano en el aniversario de 1867, con medalla de oro y título de socio de mérito. DJM Garin.
- 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.* FAO Fisheries Synopsis No. 125, Volume 4, Part 1
- COMPAGNO, L. J. V., DANDO, M., & FOWLER, S. (2005) *Sharks of the world.* Princeton University Press, Princeton.
- DULVY, N. K., FOWLER, S. L., MUSICK, J. A., CAVANAGH, R. D., KYNE, P. M., HARRISON, L. R., CARLSON, J. K., DAVIDSON, L. N. K., FORDHAM, S. V. & FRANCIS, M. P. (2014). *Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays.* *Elife* 3, e00590.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- 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. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 76, 89-106.
- GRAHAM, J. E., NEVILLE, S. B., ALASTAIR, J. M. (2004). Biases associated with the use of underwater visual census techniques to quantify the density and size-structure of fish populations. *Journal of Experimental Marine Biological and Ecology* 30, 269-290.
- GRUBER, S. H., DE MARIGNAC, J. R. C. & HOENIG, J. M. (2001). Survival of juvenile lemon sharks at Bimini, Bahamas, estimated by mark-depletion experiments. *Transactions of the American Fisheries Society* 130, 376-384.
- HAMMOND, T. R. & ELLIS, J. R. (2002). A meta-assessment for elasmobranchs based on dietary data and Bayesian networks. *Ecological Indicators* 1, 197-211.
- 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.
- HEUPEL, M. R. & HUETER, R. E. (2002). Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Marine and Freshwater Research* 53, 543-550.
- HEUPEL, M. R. & SIMPFENDORFER, C. A. (2005a). Quantitative analysis of aggregation behavior in juvenile blacktip sharks. *Marine Biology* 147, 1239-1249.
- HEUPEL, M. R. & SIMPFENDORFER, C. A. (2005b). Using acoustic monitoring to evaluate MPAs for shark nursery areas: the importance of long-term data. *Marine Technology Society Journal* 39, 10-18.
- ICES. 2012. Report of the Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF), Lisbon, Portugal, 19-26 June 2007. ICES CM 2012/ACOM:19. International Council for the Exploration of the Sea (ICES), Denmark.
- KEENEY, D. B., HEUPEL, M., HUETER, R. E. & HEIST, E. J. (2003). Genetic heterogeneity among blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, continental nurseries along the US Atlantic and Gulf of Mexico. *Marine Biology* 143, 1039-1046.
- LIPEJ, L., DE MADDALENA, A. & SOLDI, A. (2004). Sharks of the Adriatic Sea. Knjižnica Annales Majora, Koper.
- LOWE, C. G. (2002). Bioenergetics of free-ranging juvenile scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in Kāneʻohe Bay, Ōʻahu, HI. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 278, 141-156.
- LOZANO REY, L. (1928). Ictiología Ibérica (Fauna Ibérica). Peces (Generalidades, Ciclostomos y Elasmobranquios). Museo Nacional de Ciencias Naturales Madrid, I.
- 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.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- OSPAR COMMISSION (2010). Background Document for Angel shark (*Squatina squatina*). ISBN 978-1-907390-12-8. Publication Number: 471/2010
- QUERO, J.-C. & CENDRERO, O. (1996). Incidence de la pêche sur la biodiversité ichtyologique marine: le bassin d'Arcachon et le plateau continental sud Gascogne. *Cybium* 20, 323-356.
- QUERO, J. C. (1998). Changes in the Euro-Atlantic fish species composition resulting from fishing and ocean warming. *Italian Journal of Zoology* 65, 493-499.
- ROGERS, S. I. & ELLIS, J. R. (2000). Changes in the demersal fish assemblages of British coastal waters during the 20th century. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 57, 866-881.
- ROUX, C. (1989) *Squatinae*. In: Whitehead P.J.P, Bauchot M.L, Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*, vol 1. UNESCO, Paris, pp 148-152.
- 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.
- THOMAS, L., BUCKLAND, S. T., BURNHAM, K. P., ANDERSON, D. R., LAAKE, J. L., BORCHERS, D. L., & STRINDBERG, S. (2002). Distance sampling. *Encyclopedia of environmetrics*.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (1866). *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias* (edición de 1982). Las Palmas, Mancomunidad de Cabildos.
- 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.
- WATSON, R. A. Y QUINN, T. J. (1997). Performance of transect and point underwater visual census methods. *Ecological Modelling* 104, 103-112.

