

Eficacia de la Reserva Marina de Interés Pesquero Ría de Cedeira (Galicia) para la conservación de elasmobranquios. Uso del espacio e implicaciones para la gestión de las especies de rayas *Raja undulata* y *Raja montagui*, y tiburón *Scyliorhinus canicula* mediante telemetría ultrasónica.



Univerdidad de A Coruña

Facultad de Ciencias

Autor: Noelia Souto Romero

Director: Ramón Muiño Boedo

Co-directora: Ana Tubío Gómez

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 3
2. OBJETIVO	Pág. 5
3. MATERIAL Y MÉTODOS	Pág. 9
3.1 Área de estudio	Pág. 8
3.2 Conocimiento ecológico tradicional (CET)	Pág. 11
3.2.1. Entrevistas a pescadores y buceadores	Pág. 11
3.2.2. Elaboración de Mapas de distribución de las especies	Pág. 11
3.3 Puesta a punto del método de marcado	Pág. 12
3.3.1. Marcado externo	Pág. 12
3.3.2. Marcado interno	Pág. 13
3.4 Marcado y liberación <i>in situ</i>	Pág. 14
3.5 Seguimiento mediante telemetría ultrasónica	Pág. 15
3.5.1. Emisores V9 y receptores VR2W	Pág. 15
3.5.2. Prueba de rango VR2W	Pág. 17
3.5.3. Seguimiento automático con receptores VR2W	Pág. 17
3.5.4. Análisis efectuados	Pág. 19
4. RESULTADOS	
4.1. Distribución y diversidad de elasmobranquios en base al conocimiento ecológico tradicional (CET)	Pág. 15
4.2 Prueba de marcado en cautividad	Pág. 23
4.2.1. Marcado externo	Pág. 23
4.2.2. Marcado interno	Pág. 23
4.3. Seguimiento mediante telemetría ultrasónica	Pág. 23
4.3.1. Prueba de rango	Pág. 23
4.3.2. Seguimiento automático mediante receptores VR2W	Pág. 24
5. DISCUSIÓN	Pág. 43
6. CONCLUSIONES	Pág. 45
7. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 47

1.INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios constituyen un grupo muy amplio que comprende alrededor de 1200 especies. Son un grupo zoológico clave para el funcionamiento de los ecosistemas marinos, ya que, al ser considerados depredadores cercanos al tope de las redes tróficas, regulan poblaciones y estructuran comunidades marinas a través de la predación y también contribuyen sustancialmente a la estabilidad de las mismas (Cortés, 1999; Stevens *et al.*, 2000). Además, sus ciclos vitales (estrategas de la K) los hacen particularmente vulnerables a las perturbaciones humanas, especialmente a la contaminación y a la sobrepesca.

Así muchas especies de elasmobranquios son explotadas en diferentes pesquerías a nivel mundial, pasando de ser capturados accidentalmente a ser especie objetivo de dichas pesquerías, lo cual ha llevado a muchas especies a niveles poblacionales críticos a causa de su pesca insostenible (FAO, 2014).

Hasta hace unos años se desconocía cómo la disminución poblacional de los elasmobranquios podía afectar a las relaciones tróficas de los ecosistemas en que habitan y qué efectos secundarios causan estas alteraciones (Stevens *et al.*, 2000; Kitchell *et al.*, 2002; Schindler *et al.*, 2002). Sin embargo, en la última década han aumentado sustancialmente los estudios sobre la importancia ecológica de estas especies. Publicaciones recientes, sugieren grandes efectos ecosistémicos causados por la reducción o pérdida de estas especies (Myers *et al.*, 2007; Ferretti *et al.*, 2010), ya que como depredadores tope su eliminación produce un fuerte efecto estructural en la red trófica estudiada, al no poder ser reemplazados por ninguna otra especie (Navia *et al.*, 2010, 2012). Los depredadores marinos son considerados como indicadores de salud del ecosistema que habitan, por lo que el conocimiento detallado sobre su distribución, abundancia y uso del hábitat, permite evaluar el estado de los ecosistemas marinos (Myers & Worm, 2003; Myers *et al.*, 2007).

Tradicionalmente, los patrones de movimiento y uso de hábitat de animales marinos han sido estudiados mediante técnicas de marcado y recaptura (Pastor, 1988), así como por observación directa (Murphy & Jenkins, 2010). Sin embargo estas técnicas presentan muchas limitaciones (Kearney, 1989; Murphy & Jenkins, 2010). Las recientes innovaciones en telemetría acústica permiten obtener información más precisa sobre el uso de hábitat de las especies marinas con una resolución muy alta (Winter, 1996; Golet *et al.*, 2006; Jorgensen *et al.*, 2006). En consecuencia, en los últimos años ha habido un aumento en el número de estudios que utilizan esta tecnología para conocer el comportamiento de las diferentes especies de peces (George, 2007).

La comprensión de los movimientos y los patrones de uso de hábitat de especies amenazadas y en peligro de extinción es esencial para la planificación de su conservación efectiva. La reciente evolución de la telemetría acústica en el medio marino ha aumentado nuestro

conocimiento en muchos taxones, incluidos los elasmobranquios (tanto tiburones como rayas), acerca de la fidelidad del sitio y la migración (Speed *et al.*, 2011). Por lo tanto, las técnicas de seguimiento modernas como el seguimiento acústico activo y pasivo pueden ser herramientas útiles para la conservación y gestión de las especies marinas.

Este tipo de datos pueden ser utilizados para identificar las áreas más importantes para la recuperación de especies y recomendar la delimitación de áreas protegidas. En tales situaciones, la identificación de los patrones de uso del hábitat de las etapas específicas de la vida, tales como las zonas de cría, sitios de anidación o sitios de reproducción, puede proporcionar importantes beneficios en la elaboración de planes de conservación (Heupel & Simpfendorfer, 2005).

Las áreas marinas protegidas (AMPs) son herramientas muy populares y efectivas tanto en la conservación de la biodiversidad como en la gestión pesquera. Sin embargo, su eficacia puede estar determinada por los patrones de movimiento de los diferentes organismos, entre ellos los peces (Afonso *et al.*, 2008). Por ello, la determinación del tamaño óptimo, el diseño y la ubicación de estas áreas marinas es un problema complejo (Halpern, 2003; Claudet *et al.*, 2008). Para las especies con áreas de distribución pequeñas y una fuerte fidelidad al sitio (Afonso *et al.*, 2008, 2011), los movimientos de los individuos a menudo se limitan a la AMP, por lo que la protección de las especies resulta eficaz. Sin embargo, los beneficios disminuyen considerablemente para las especies que tienen un área de distribución más grande que los límites del AMP. Las grandes reservas podrían ser una solución para estas especies, pero generan más problemas sociales y económicos con los pescadores locales y conllevan mayores costes de gestión y de supervisión (Halpern & Warner, 2003). Por otra parte, las grandes reservas no contienen necesariamente los hábitats esenciales para estas especies (Chapman & Kramer, 2000; Carlson *et al.*, 2010).

En estos casos, es especialmente importante conocer el "*home range*" de la especie, al igual que la "*fidelidad*" al sitio. El *home range* se define como la manifestación espacial del comportamiento animal en relación con la supervivencia y la reproducción (Burt, 1943; Börger *et al.*, 2008). Es el resultado de procesos dinámicos espacio-temporales y se debe medir a la misma escala temporal para ser comparados entre individuos (Wang & Grimm, 2007). La *fidelidad* del sitio se puede utilizar como una aproximación para determinar si un individuo ha establecido un *home range*, porque tal *fidelidad* es una condición necesaria para mantener el *home range* (Powell, 2000). Sin embargo, debemos tener en cuenta que los peces ejecutan movimientos exploratorios ocasionales fuera de su *home range*, y estos movimientos no deben ser considerados como parte del mismo (Burt, 1943; Powell, 2000).

Estudios recientes sobre la composición de la población y el comportamiento de elasmobranquios muestran que algunas especies de elasmobranquios (por ejemplo, *Raja undulata*) utilizan hábitats de estuarios durante largos períodos de tiempo e incluso durante años (Jirik, 2009; Carlisle & Starr, 2009; Campos *et al.*, 2009). Muchos elasmobranquios

utilizan las bahías y estuarios para su alimentación, apareamiento y cría; por desgracia, la información sobre el grado de fidelidad, uso del hábitat y filopatría, a menudo no está disponible (Lowe & Bray, 2006). Estos hábitats estuáricos, altamente productivos también funcionan como zonas de desove y cría (Castro, 1993; Rooper *et al.*, 2006; Conrath & Musick, 2010). Por tanto, los patrones de fidelidad al hábitat y el uso interanual siguen siendo inciertos para muchos elasmobranquios costeros debido a la falta de datos sobre su comportamiento.

2.OBJETIVO

El objetivo general del presente estudio es conocer la diversidad y distribución mediante el uso del conocimiento ecológico tradicional de los pescadores, de las especies de elasmobranquios que habitan en la Reserva Marina de Interés Pesquero (RMIP) Ría de Cedeira y entender la dinámica espacio temporal de dos especies de rayas (*Raja undulata* y *Raja montagui*) y de un tiburón (*Scyliorhinus canicula*), mediante experiencias de telemetría, para tratar de determinar la eficacia de esta RMIP sobre la protección de los elasmobranquios costeros en general y sobre las especies estudiadas en particular.

- Esto se llevó a cabo abordando los siguientes objetivos específicos:
 - Elaborar mapas de distribución de estas especies mediante el conocimiento ecológico tradicional (CET) de los pescadores (profesionales y recreativos) y buceadores recreativos por medio de entrevistas. Dicha información será introducida en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la elaboración de los mapas. Asimismo para cada zona se obtendrán datos relativos a la abundancia y uso del hábitat de cada una de las especies.
 - Puesta a punto el método de implantación de marcas tradicionales (*floy tag*) y de los transmisores de telemetría ultrasónica en rayas y tiburones de medio o pequeño tamaño, en base a:
 - Retención de las marcas tradicionales (*floy tag*) implantadas sobre ejemplares en cautividad.
 - Mortalidad provocada por la implantación de marcas telemétricas sobre ejemplares en cautividad.
 - Caracterizar la dinámica espacio-temporal de estas especies mediante telemetría ultrasónica.
 - Conocer el uso del hábitat de las especies marcadas y liberadas en la RMIP Ría de Cedeira, con el fin de:
 - Obtener información acerca de la selección de los hábitats que realizan los ejemplares marcados.
 - Estimar la fidelidad al área de los ejemplares marcados.

ESPECIES OBJETO DE ESTUDIO

Raja undulata (Lacepède, 1802)

La *Raja undulata* (raya mosaico) alcanza aproximadamente 85cm de longitud total. Su rostro es corto y no muy marcado. El borde anterior es sinuoso, con el margen que corresponde a la aleta pectoral redondeado. La superficie dorsal está cubierta de pequeños denticulos dérmicos, excepto en algunas zonas centrales y posteriores, y en la zona ventral sólo están presentes en la zona anterior. Delante y detrás de cada ojo tiene un par de espinas. En la zona mediodorsal tiene una fila de espinas; y en los machos se dispone irregularmente. El color del dorso es pardo grisáceo o amarillento; con manchas claras y líneas pardas sinuosas bordeadas de puntos blancos. La zona ventral es blanquecina y grisácea en la cola.

Es común hasta los 200m pero vive principalmente por debajo de los 40m, en fondos de arena o fango. Se alimenta de animales bentónicos. Es una especie ovípara que produce petacas de huevos (Hamlett *et al.*, 2005) que son liberadas entre marzo y junio (Coelho y Erzini, 2006; Moura *et al.*, 2007). Es considerada como una especie amenazada por la IUCN (Gibson *et al.*, 2008) y desde 2009 su pesca ha sido restringida en la Unión Europea.

Presenta una distribución irregular en el noreste y centro-oriental del Atlántico, con zonas diferenciadas en las que puede ser localmente común (sudoeste de Irlanda, en el este del Canal Inglés, sur de Portugal). En el mar Mediterráneo parece ser poco común. Esta especie se captura accidentalmente en redes de arrastre y redes de enmalle. (www.sharktrust.org /ID)

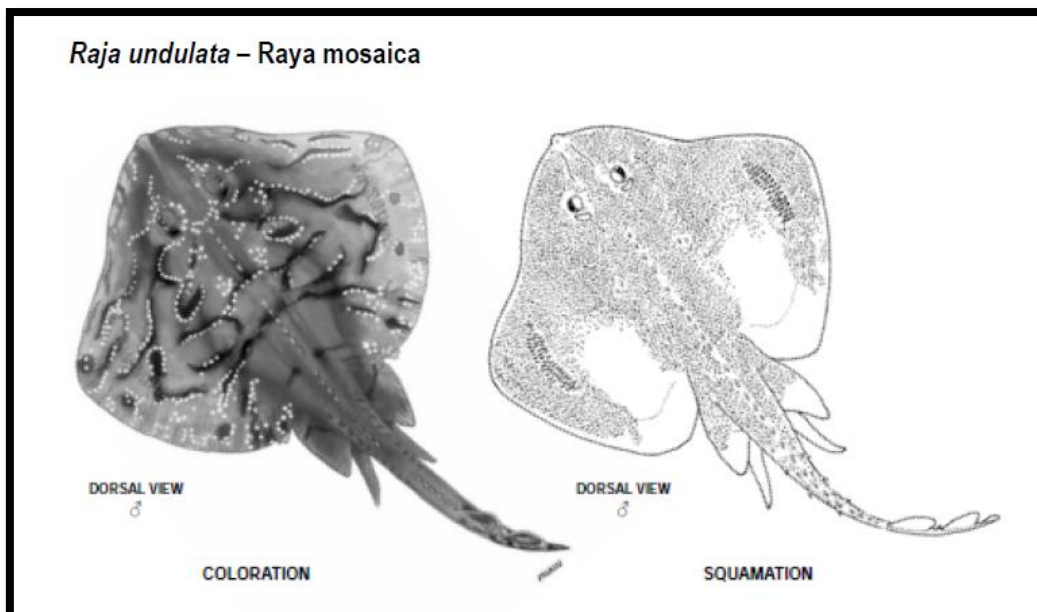


Figura 1. *Raja undulata* (Raya mosaico).

Raja montagui (Fowler, 1910)

La *Raja montagui* (raya pintada) alcanza los 80cm de longitud total. Tiene el rostro corto, con el borde anterior del disco sinuoso y desprovisto de aguijones. Presenta una hilera de aguijones desde detrás de los ojos hasta la primera aleta dorsal y una a cada lado de la cola. La parte dorsal es pardusca con numerosas manchas oscuras pequeñas, con frecuencia tiene una concentración de manchas oscuras que forman un anillo alrededor de un centro pálido en la parte posterior de cada aleta pectoral y es blanca en la parte inferior.

Está muy extendida en aguas costeras poco profundas del Atlántico nororiental y es común en todo el Mediterráneo, especialmente en el este (mar Egeo) y en la zona centro-occidental (costas del Tirreno, Córcega, Cerdeña y Sicilia). Se encuentra entre los 100 y 500m. Las poblaciones de *R. montagui* parecen ser estables en toda su área de distribución a pesar de su pesca. Su pequeño tamaño probablemente indique que presenta una mayor capacidad de resistencia a los impactos de la pesca en comparación con otras especies de raya más grande como *R. undulata*. Es por ello que esta especie está categorizada como de "Preocupación Menor" por la IUCN (Ellis *et al.*, 2007). (www.sharktrust.org/ID)

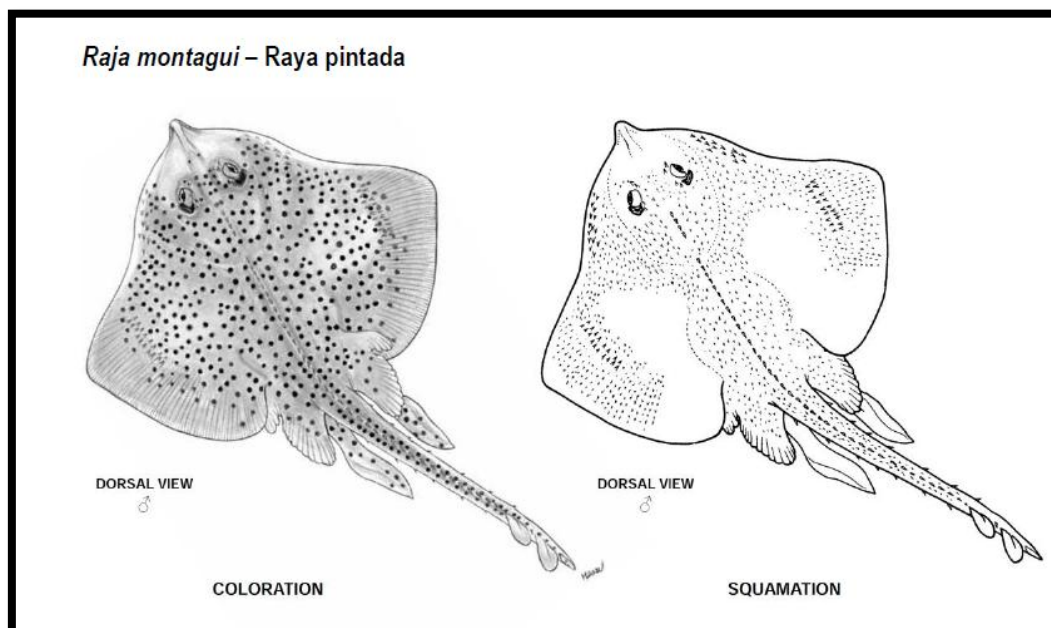


Figura 2. *Raja montagui* (raya pintada).

Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)

El *Scyliorhinus canicula* (pintarroja) tiene el cuerpo alargado, de hasta 70-75cm de longitud total. La cabeza plana, con hocico corto y redondeado, que muestra las narinas u

orificios nasales conectados con la boca por medio de unos pliegues del labio superior. Los ojos son elípticos y 5 hendiduras branquiales pequeñas. Tienen dos aletas dorsales pequeñas, la primera tras la ventral y la segunda tras la anal. Son de color amarillento, pardo, grisáceo, con numerosos puntos negros y de pequeño tamaño.

Habita en aguas poco profundas, de fondo arenoso o grava, hasta 100m de profundidad. Esta activo durante la noche, cuando se alimenta de moluscos, crustáceos, o peces. Es una especie ovípara, la época de puesta comprende entre primavera y principios de verano.

Es uno de los elasmobranquios más abundantes en el Atlántico Nororiental y el Mediterráneo. Esta especie es ovípara. Las tendencias globales de la población parecen ser estables y no hay evidencia que indiquen que la población mundial este en peligro. Sin embargo, en una evaluación de las capturas realizada recientemente se consideró que esta especie se encuentra sobreexplotada (Cardinale & Osio, 2013) a pesar de que está englobada en la categoría de “Preocupación menor” de la Lista Roja de las Especies Amenazadas (IUCN, 2014). (www.sharktrust.org /ID)

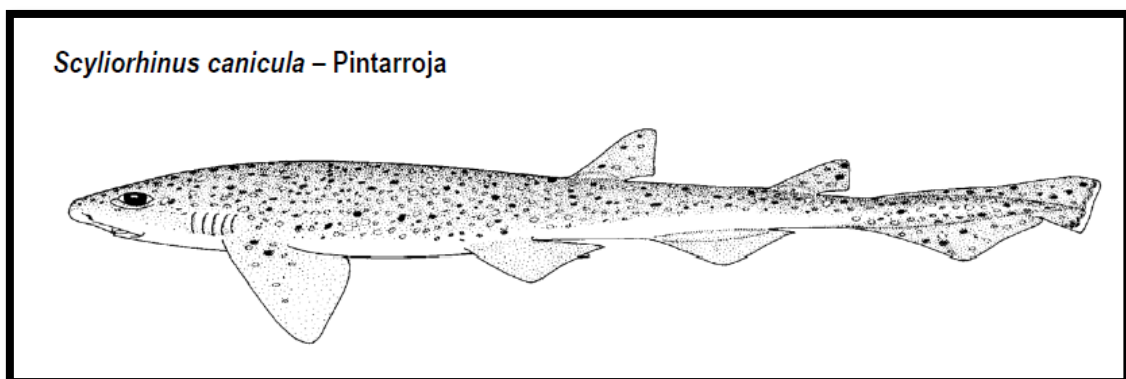


Figura 3. *Scyliorhinus canicula* (pintarroja).

3. Material y Métodos

3.1 ÁREA DE ESTUDIO: Reserva Marina de Interés Pesquero (RMIP), Ría de Cedeira (NW Galicia)

La Ría de Cedeira está situada al norte de la provincia de A Coruña (Galicia), bañada por el Océano Atlántico. Es una de las rías más pequeñas de Galicia pero su biodiversidad y riqueza tanto paisajística como ecológica la hacen un medio acuático clave para muchas especies. Comprende aguas interiores de la Comunidad Autónoma de Galicia.

La RMIP Ría de Cedeira fue creada en 2009 (Decreto 28/2009 del 29 de Enero – DOGA no 33, del 17 de febrero de 2009). Queda delimitada por la línea de pleamar máxima viva equinoccial y por la línea recta imaginaria que marca la boca de la ría, y que une O Ensebadorio (N 43 40.815 W 8 04 518) y la punta de tierra de la Chirlateira (N 43 39 958 W 8 05.413). Con una total de 744.2 ha en “U”, abarca una extensión de 5 km de largo por 2 km de ancho en su parte más ancha, en cuyo fondo se han generado los arenales de San Isidro, hacia el este, y Vilarrube, hacia el sur. Entre Punta Chirlateira y el arenal de Vilarrube, aparece una doble flecha arenosa en la que aún perviven acumulaciones dunares. En su margen izquierda, se encuentran acantilados verticales, que flanquean la península que forma el Monte Burneira, mostrando un litoral muy abrupto.

El área de estudio abarca todo el ámbito de la RMIP Ría de Cedeira y su área inmediatamente adyacente, pudiéndose distinguir, según su nivel de protección, cuatro zonas bien diferenciadas dentro de ella (Fig. 4):

- Reserva Integral (RI, 46.9 ha), que posee protección total.
- 2 Zonas de Especial Protección (ZEP, 184.6 ha), donde se permiten algunas actividades de forma muy restringida: Vilarrube al sur (ZS, 40.3 ha) y Boca de la Ría al norte (ZN, 144.3).
- Reserva Marina (RM, 512.6ha), con medidas más restrictivas que las existentes en la normativa oficial en lo que se refiere a actividades marítimo-pesqueras.

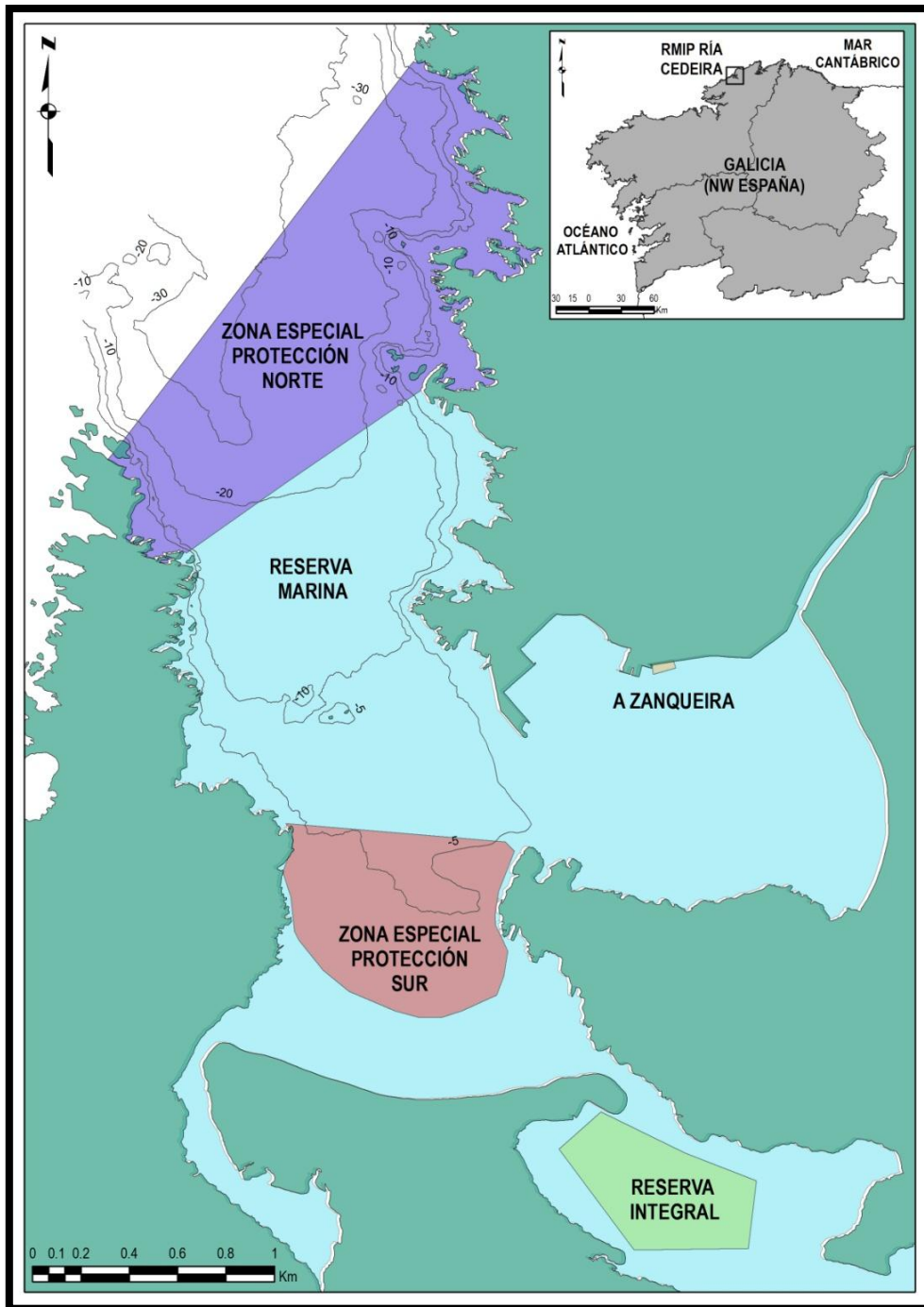


Figura 4. Localización de la RMIP Ría de Cedeira, Galicia (NW España).

3.2 CONOCIMIENTO ECOLÓGICO TRADICIONAL (CET)

3.2.1 Entrevista a pescadores y buceadores

Mucha de la información acerca de la presencia, distribución, abundancia, percepción del uso del hábitat, y zonas de pesca de los elasmobranquios de la reserva fue obtenida a través

de entrevistas a pescadores (profesionales y recreativos, en activo y retirados), a buceadores recreativos, y por medio de las estadísticas pesqueras oficiales. Las entrevistas se realizaron a distintos tipos de usuarios de la reserva:

- Pescador profesional de artes de enmalle o palangre de fondo; pescador recreativo submarino y buceador recreativo submarino. A partir de estos informantes se obtuvo información cualitativa y cuantitativa sobre los elasmobranquios costeros presentes en la reserva y en particular sobre las especies de rayas (*R. undulata* y *R. montaguí*) y tiburón (*S. canicula*) objeto de estudio. Esta información fue en general cualitativa, ya que dichas especies, aunque son especies de interés comercial, no son especies objetivo de la pesca para los pescadores, por lo que apenas nos proporcionaron datos sobre la evolución de las capturas.
- Pescador recreativo submarino y buceador recreativo submarino. En general, la información obtenida de los buceadores no fue de mucha ayuda en cuanto a las especies de estudio, por ser especies de fondos arenosos y realizarse el buceo principalmente en zonas rocosas. Sin embargo, proporcionaron información sobre otras especies de rayas presentes en la zona.

Todos los informantes entrevistados cuentan con un elevado grado de experiencia, por lo que se espera que la calidad de la información proporcionada sea alta. Asimismo, cuentan con la suficiente visión retrospectiva como para detectar la existencia de tendencias en la presencia y abundancia de las distintas especies de elasmobranquios dentro de la reserva.

3.2.2 Elaboración de mapas de distribución de las especies

Mediante la información adquirida a partir de los pescadores y buceadores a través de las entrevistas, se crearon mapas con zonas de presencia de las especies de elasmobranquios estudiados. Dicha información fue digitalizada (se utilizó ArcGIS 10.2) en diferentes capas para cada uno de los informantes, y posteriormente fueron integradas mediante superposición, obteniendo como resultado una capa consenso para cada una de las especies. La distribución de cada especie fue representada sobre una cartografía detallada del tipo de sustrato de la zona de estudio obtenida de estudios previos.

3.3 PUESTA A PUNTO DEL MÉTODO DE MARCADO

Se puso a punto el protocolo de marcado interno (prueba de cirugía) y externo (inserción de la marca *floy tag*), con el objetivo de minimizar el tiempo de manipulación y evaluar su impacto sobre los ejemplares (supervivencia, cambios en la actividad, alimentación, así como la retención de las marcas). Para ello se emplearon individuos de rayas y tiburones cedidos por

el Aquarium Finisterrae, en cuyas instalaciones se llevó a cabo las pruebas de marcado interno y externo. En concreto, el Aquarium Finisterrae cedió para las pruebas de marcado un total de 8 individuos de rayas y tiburones de las mismas especies que posteriormente iban a ser marcadas: *R. undulata*, *R. montagui* y *S. canicula*. Todos ellos fueron marcados con la marca *floy tag* mientras que 5 de ellos fueron marcados con una réplica del emisor y 3 sirvieron de control.

Antes de realizar el marcado se analizó la anatomía tanto de raya como de tiburón para poder determinar con precisión el mejor lugar de inserción de las marcas interna y externa. Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio del grupo de Recursos Marinos y Pesquerías de la Universidad de A Coruña con rayas y tiburones muertos, cedidos por la lonja de A Coruña.

3.3.1 Marcado externo

El marcado externo consistió en la inserción en la musculatura dorsal, próximo a la columna vertebral, de una marca dardo *floy tag* FT-1-94 (Fig. 5). El protocolo a seguir fue el siguiente:

- La inserción se realizó con un aplicador justo debajo de la base de la espina dorsal, evitando colocar la etiqueta (*floy tag*) muy profunda en el músculo.
- Se colocó la aguja del aplicador con la púa de la etiqueta (*floy tag*) expuesta en línea con el animal para iniciar la inserción.
- Primero se insertó la lengüeta de la aguja en un ángulo pequeño hasta que se perforó la piel, entonces se subió la aguja a un ángulo de 45 grados, de manera que se hacía espacio libre para la lengüeta del aplicador.
- Cuando la lengüeta estaba por debajo de la piel, se insertaba la púa de la *floy tag*.
- Luego se retiraba la aguja del aplicador quedando retenida la *floy tag*.

Inicialmente con los individuos del Aquarium Finisterrae dicha marca se implantaba en la mitad anterior pero se comprobó que existía riesgo de dañar los órganos internos por lo que se modificó el protocolo.

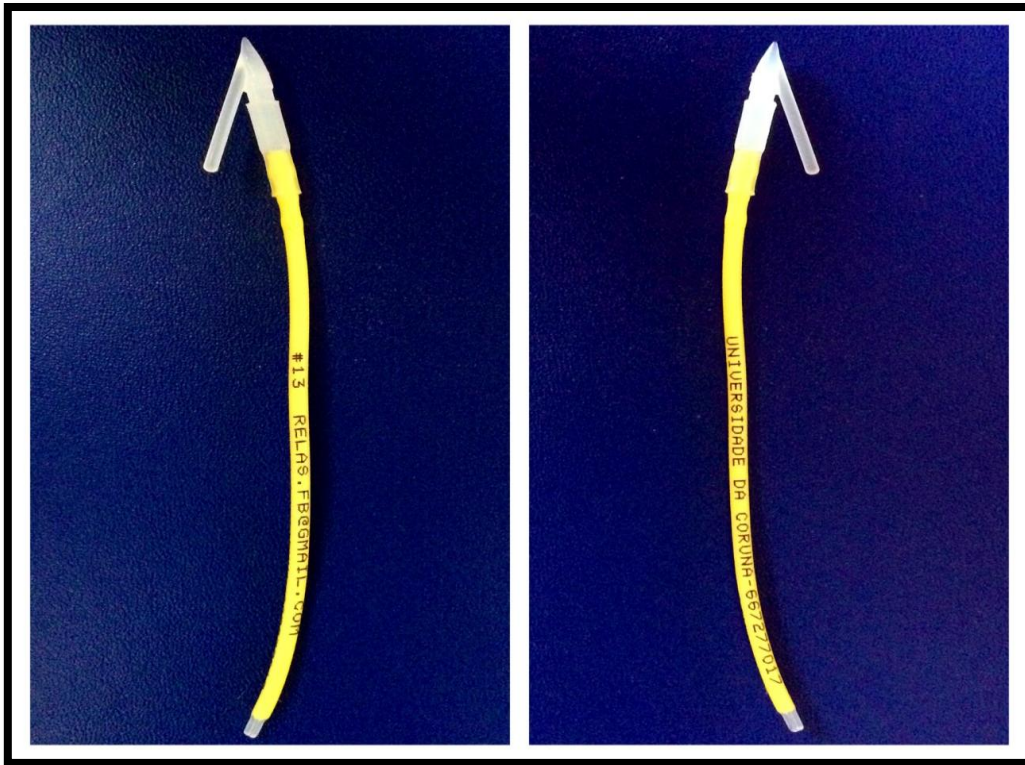


Figura 5. *Floy tag*.

3.3.2 Marcado interno

Para la prueba de marcado se emplearon un total de 8 individuos cedidos por el Aquarium Finisterrae de raya y tiburón de las mismas especies objeto de estudio. 5 de ellos fueron marcados con réplicas de transmisores de telemetría con las mismas características (tamaño, peso, etc.) que los proporcionados por la casa comercial (Vemco Ltd.) y 3 no marcados, sirvieron de control. Para cada individuo se siguió el mismo protocolo:

- Toma de medidas morfométricas: longitud total (cm) y peso (Kg).
- Anestesia: se empleó 2-fenoxyetanol (99%), por ser un anestésico efectivo y rápido consiguiendo la sedación de los ejemplares en pocos minutos.
- Marcado interno mediante cirugía: desinfección local previa, incisión, inserción de la marca dentro de la cavidad corporal, sutura (mediante hilo o pegamento) y desinfección local posterior. A la hora de cerrar la incisión, se reforzó el cierre de la incisión con un punto de sutura a mayores del pegamento especial para tejidos animales (3M Vetbond) y se añadió un punto de sutura con hilo reabsorbible. Así se pudo observar como la incisión quedaba cerrada perfectamente, ya que en el caso de las raya se hacía difícil cerrar completamente la incisión usando simplemente pegamento, dado que tienen una piel mucho más fina y más húmeda que los tiburones.

- Observación en cautividad: para evaluar el impacto del marcado sobre los ejemplares (supervivencia, cambios en la actividad, alimentación, así como la retención de las marcas). Para ello se sigue un protocolo de evaluación de los siguientes parámetros: flotación, equilibrio, actividad y alimentación. Este seguimiento se lleva a cabo en tanques igualmente acondicionados que en el periodo de aclimatación.

Los individuos marcados para la prueba de retención fueron aclimatados en tanques con los parámetros físicos (temperatura, oxigenación, condición lumínica, ect.) adecuados y similares a los del área de estudio.

3.4 MARCADO Y LIBERACIÓN *IN SITU*.

Para el estudio de campo, los diferentes ejemplares de raya mosaico (*R. undulata*) y raya pintada (*R. montagui*) fueron capturados por un pescador profesional de la RMIP Ría de Cedeira mediante el empleo de redes de enmalle (trasmallo). El calado del arte se llevó a cabo en periodo diurno, en el interior de la ría de Cedeira. Además, este mismo pescador capturó otra especie que no era originalmente objeto de este estudio, la raya colorada o raya de ojos (*Raja microcellata*; G. Montagu, 1815), cuya presencia dentro de la RMIP Ría de Cedeira se desconocía hasta el momento. Ante la ausencia de capturas de individuos de tiburones *S. canicula* dentro de la RMIP se tuvo que recurrir a pescadores que faenan fuera de la reserva, por lo que todos los ejemplares de pintarroja (*S. canicula*) marcados procedían del exterior de la reserva. Tras su captura, las rayas y tiburones fueron llevados a un tanque con agua de mar a 14°C, dicho tanque se encuentra en las propias instalaciones que el acuario tiene en Cedeira.

El protocolo de actuación fue el siguiente:

- Una vez capturados se estabularon hasta el momento del marcado en un tanque acondicionado con la refrigeración y oxigenación adecuadas para su aclimatación.
- De cada individuo se registró talla, peso y sexo.
- Cada individuo se marcó con un transmisor de telemetría insertado internamente y una marca externa, siguiendo los protocolos anteriormente descritos.

Para el estudio de telemetría ultrasónica, a cada uno de los individuos se les insertó un transmisor V9 de la marca Vemco Ltd, válido para el estudio de telemetría manual como automático. El peso del modelo escogido no excedió en ningún caso el 2.0% del peso del individuo y se intentaron colocar, en la medida de lo posible, equitativamente en machos y hembras de distintas tallas a partir de una talla mínima de 40 cm LT tanto para las rayas como para los tiburones.

Para proceder a la inserción de la marca los individuos eran colocados en la mesa de cirugía boca arriba. Para que estuvieran más relajados se les cubría con una toalla húmeda. Mientras una persona sujetaba al individuo procurando que no realizará movimientos bruscos para que así otra persona pudiera realizar la incisión con la mayor precisión posible y evitar así posibles daños internos. Se procedía a la desinfección de la zona mientras el resto del material se encontraba en condiciones antiséptica. Para introducir la marca interna se hacía una incisión de aproximadamente 2cm en la línea media ventral y a unos 0,5 cm por encima del ano para no alcanzar la cavidad peritoneal. Posteriormente se procedía al cierre de la incisión mediante sutura con hilo reabsorbible, se volvía a desinfectar la zona, se secaba y se echaba pegamento especial para tejido animal (3M Vetbond). Inmediatamente cuando se secaba el pegamento se le daba la vuelta al animal y se procedía al marcaje externo, colocando la *floy tag*. Por último, cada individuo era medido con un ictiómetro y devueltos al tanque esperando a que el animal volviera poco a poco a respirar por las branquias de forma continua.

Una vez terminada la cirugía los individuos se mantuvieron en el tanque de estabulación hasta que exhibieron claras señales de natación lisa, tras lo cual se procedía a su liberación.

3.5 SEGUIMIENTO MEDIANTE TELEMETRÍA ULTRASÓNICA

3.5.1 Emisores V9 y receptores VR2W

Los emisores V9 son transmisores (Vemco Ltd.) de telemetría ultrasónica codificados tanto para el seguimiento manual como el automático. El marcado interno se realiza con dichos emisores V9 (marcas internas). (Fig. 6)

Los transmisores codificados emiten señales cada 50-130s, permitiendo su reconocimiento individual. La duración estimada de su batería es de 300 días y la de los receptores es de 15 meses. Esto permitirá el seguimiento de los ejemplares a largo plazo y a gran escala mediante la red de receptores VR2W. Los datos resultantes nos proporcionarán información acerca de su actividad diaria y de su fidelidad al hábitat.



Figura 6. Emisores V9.

El **VR2W** es un receptor acústico sumergible, de un solo canal, capaz de identificar los transmisores VEMCO codificados. El receptor funciona con una frecuencia establecida de fábrica de 69 kHz o 180 kHz. Los receptores VR2W pueden decodificar marcas o emisores (pingers) codificados de forma única y transmisores de sensores que operan en la misma frecuencia que el VR2W. Éste se encuentra en un plástico cilíndrico resistente a la corrosión, e incorpora un hidrófono integral en el extremo cónico del caso. (Fig. 7)

El VR2W registra el número del código de la marca, la fecha y la hora de detecciones válidas. Esta información se almacena en la memoria VR2W hasta que se descarga desde el receptor mediante comunicación inalámbrica Bluetooth y un software para PC en funcionamiento VUE.



Figura 7. VR2W.

3.5.2 Prueba de rango

Previo a la instalación de los receptores de telemetría se llevó a cabo una prueba de rango para determinar la eficacia acústica de la detección de los VR2W y el alcance de emisión de los transmisores V9. Así, se establecieron las distancias máximas entre los receptores como paso previo para el diseño de una red de detección que cubriera toda la superficie de la RMIP.

La prueba de rango tuvo lugar en la ría de A Coruña, en la cual se verificó tanto el correcto funcionamiento de la marca, como del VR2W. Para la prueba del VR2W, el transmisor se suspendió desde el muelle dentro de un pez muerto. Con ayuda de una embarcación nos alejamos del muelle desde la posición de la marca. Cada 100m se sumergió el receptor VR2W en el agua, y se captaron los pulsos durante 20 min, registrando la posición GPS. El rango de prueba se limitó a una distancia máxima de 700 metros desde el receptor.

Una vez hecho esto, en el laboratorio se descargaron los datos del VR2W mediante el software VR100 Host Software 2.2 (VEMCO Ltd.) y se organizó la información en una base de datos que relacionó la intensidad de cada detección (medida en decibelios) con la distancia a la marca (medida en metros), para cada ganancia.

3.5.3 Seguimiento automático con receptores VR2W

Para el seguimiento automático fueron instalados un total de 12 receptores fijos VR2W (VEMCO Ltd.) que almacenan la fecha y la hora de las señales efectuadas por los transmisores codificados de telemetría dentro de un área de detección de 250m de radio. (Fig. 8)

Veinticuatro horas antes de la instalación, los receptores VR2W fueron activados y sincronizados para el registro de datos mediante el uso del software Vemco User Environment (VUE). Una vez instalados, cada uno de los receptores comienzan a registrar automáticamente y de manera continua las emisiones de los transmisores que estén dentro de un radio de 250m.

Los receptores se distribuyeron homogéneamente por la RMIP Ría de Cedeira para cubrir las zonas habitadas por las especies estudiadas. Su posición fue determinada por los resultados obtenidos de la base del CET de los usuarios de las reservas acerca de las preferencias del uso del hábitat de las especies estudiadas junto con la prueba de rango. Los receptores VR2W fueron anclados directamente al sustrato arenoso por medio de un “anclaje” de acero inoxidable. El sustrato elegido fue de tipo arenoso ya que este es el hábitat preferente de las especies objeto del estudio y además el propio sistema de anclaje así lo requería. La profundidad vino limitada por la propia técnica de buceo autónomo empleada para la instalación de los receptores. Los datos almacenados en los receptores se descargaron al finalizar el seguimiento.

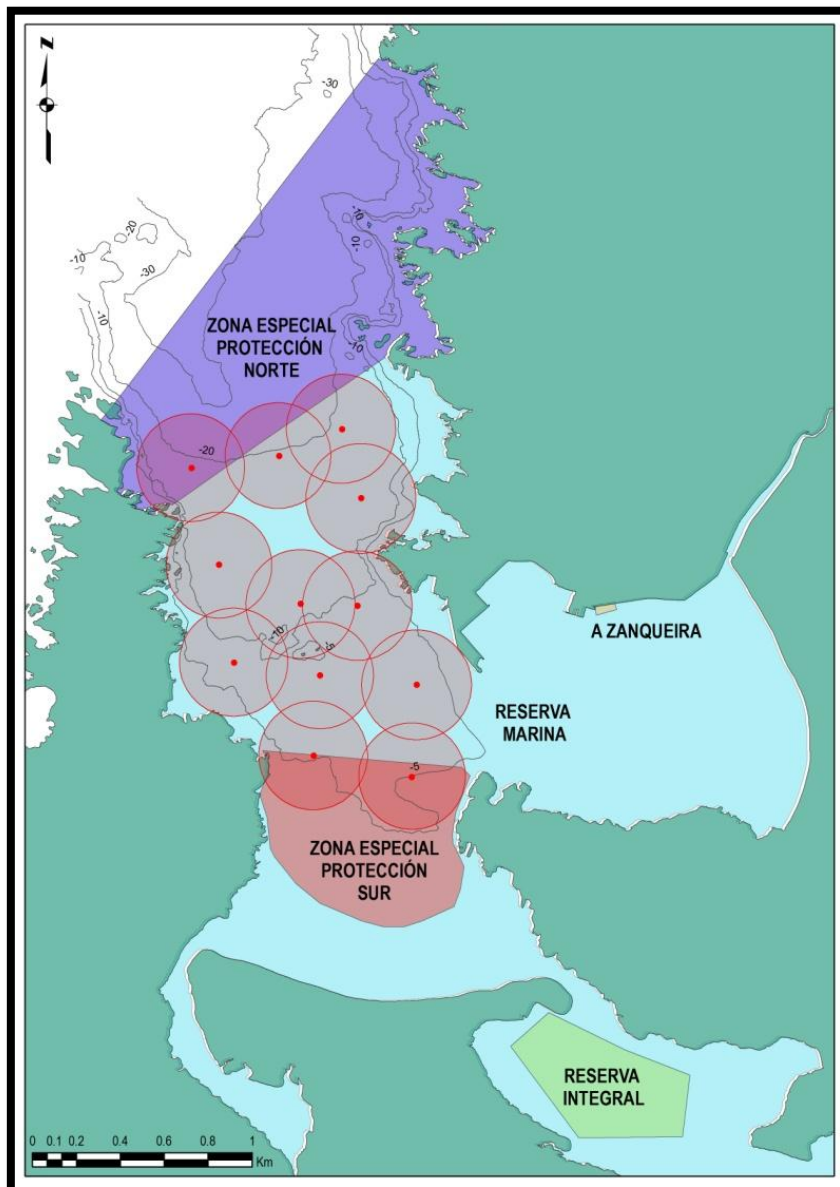


Figura 8. 12 receptores fijos VR2W (VEMCO Ltd.) distribuidos dentro de la ría.

3.5.4 Análisis efectuados

Se calculó el período total entre la fecha de liberación y la fecha de última detección que es el período total de detección (PT), y por otro lado se calcularon los días de detección (DD). Se utilizó ambos tipos de datos para calcular el índice de residencia (IR), que se define como el cociente entre el DD y el PT. En contraste con Abecasis y Erzini (2008), se estimó IR para cada individuo, en lugar de para cada receptor, y lo usamos como una alternativa a la determinación del número de días consecutivos de presencia (Collins *et al.*, 2007).

Para probar la hipótesis de que tienen un alto grado de fidelidad al lugar, necesitamos una medida del tiempo de residencia. El tiempo de permanencia y fidelidad al sitio son cuestiones importantes que deben tenerse en cuenta en el diseño de las AMP para una especie dada.

4.RESULTADOS

4.1 DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DE ELASMOBRANQUIOS EN BASE AL CONOCIMIENTO ECOLÓGICO TRADICIONAL (CET)

Según los entrevistados la abundancia de *Raja undulata* (raya mosaico) predomina frente a las demás especies de elasmobranquios objeto de estudio. Ésta se encuentra presente por toda la ría siendo especialmente abundante en la zona de O Cabalón y Punta O Castrelo. La *Raja montagui* (raya pintada) aunque presente en toda la ría parece ser menos abundante que la raya mosaico, pero se distribuye por las mismas zonas. La presencia de las rayas parece estar relacionada con zonas de sustratos mixtos de arena y roca (“beiradas”) y profundidades entre 5-10m. Aunque estos sustratos mixtos se encuentran en ambos márgenes de la ría, el margen izquierdo (Oeste) presenta mayor abundancia de elasmobranquios según los entrevistados (Fig. 9). Básicamente se localizaron 7 zonas dentro de la ría en las cuales según las entrevistas realizadas es habitual detectar la presencia de elasmobranquios (Fig. 9). Estas zonas fueron:

- A. En el margen Oeste
 - Zona 1. Desde Robaliza a Baixo Cabalar.
 - Zona 2. Desde Pedra Langosteira a O Cabalón y Dentes da Chirlateira.
- B. En el margen Este
 - Zona 3. Desde Tres Hermanas a Ruinas Cetárea.
 - Zona 4. Desde Falcoeira a San Antonio.
- C. En la zona Central
 - Zona 5. Entre O Cabalón y Baixo do Rodaballo.
 - Zona 6. Cara sur de Pedras de Medio Mar.

Del total de 744.2ha que conforman la RMIP Ría de Cedeira, únicamente 26.6ha han sido detectadas por los usuarios como zonas de presencia de elasmobranquios. De las cuales, 5.1ha se encuentran en la Zona de Especial Protección Norte, y el resto en la Reserva Marina.

Por otro lado, *S. canicula* (pintarroja) ha sido visto ocasionalmente dentro de la ría, encontrándose más fácilmente fuera de ella; donde es pescado en abundancia.

En cuanto a su distribución temporal los pescadores creen que estas especies son mucho más abundantes dentro de la ría en los meses de primavera y verano, debido a que según ellos entienden entran para refugiarse, comer y reproducirse. Por lo tanto, manifiestan la posibilidad de que haya lugares específicos dentro de la ría para la puesta, la alimentación y el refugio.

Así, principalmente a través de los buceadores se ha obtenido información sobre la presencia de puestas de raya enganchadas en algas en zonas de arena y roca, y en nasas perdidas, pero que también se encuentran sueltas en el agua. Ningún pescador ha visto o tiene conocimiento acerca de un lugar específico para las puestas.

En cuanto a la evolución histórica de las poblaciones de elasmobranquios dentro de la ría, tanto los pescadores como los buceadores, no han percibido grandes cambios en cuanto a las capturas ni a las especies capturadas. Históricamente siempre ha habido gran abundancia de la raya mosaico, menor presencia de raya pintada y escasez de pintarrojas. Además de estas, también se pueden capturar o ver de manera más o menos esporádica otras especies como de elasmobranquios como: torpedo (*Torpedo marmorata*), raya santiaguesa (*Leucoraja naevus*) y el chucho (*Myliobatis aquila*).

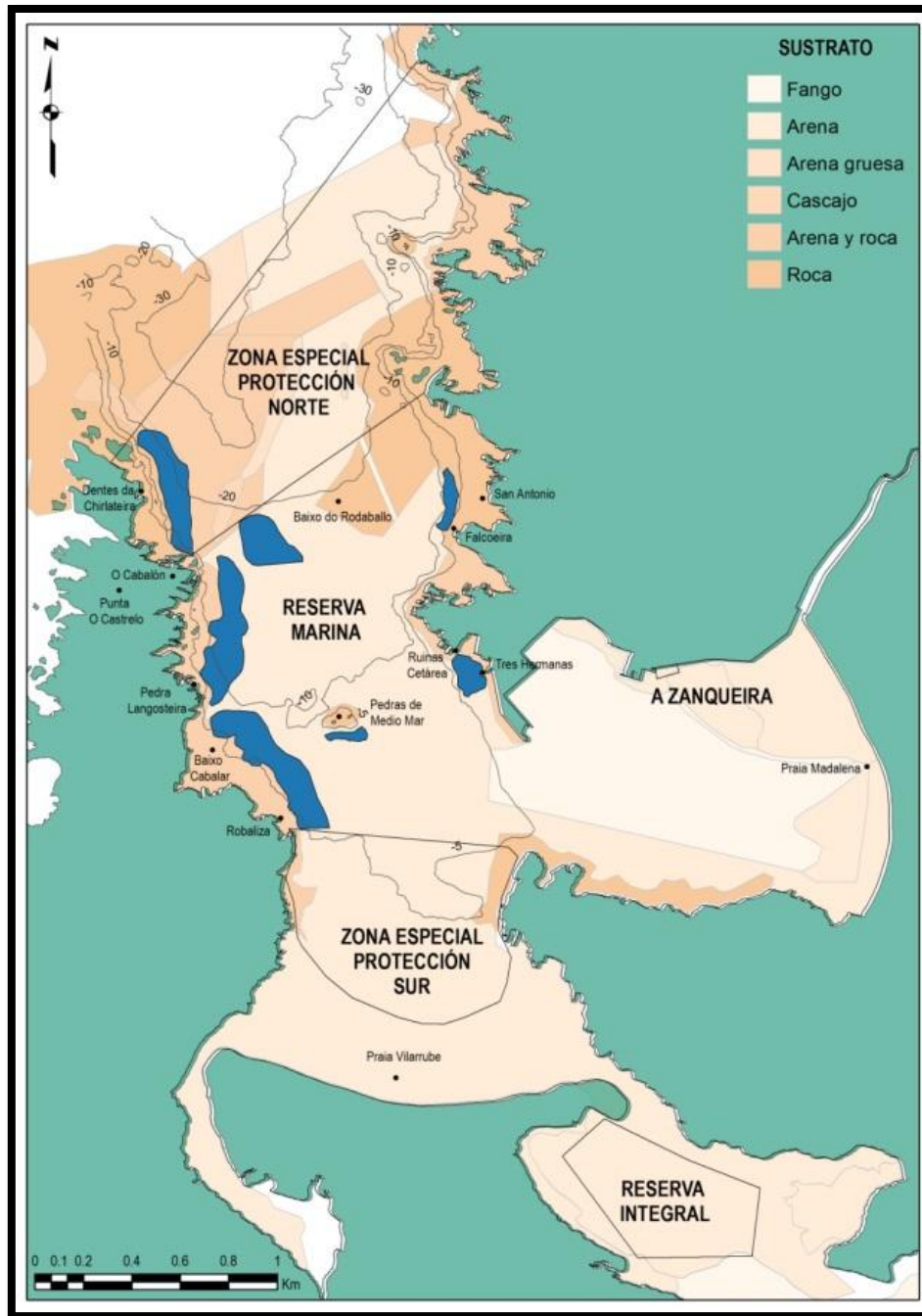


Figura 9. Distribución de elasmobrancos en la RMIP Ría de Cedeira en base a las entrevistas de los pescadores y buceadores de la reserva.

4.2 PRUEBA DE MERCADO EN CAUTIVIDAD

4.2.1 Mercado externo

El resultado de la prueba de retención de la marca externa *floy tag* fue satisfactorio ya que sólo uno de ellos (*R. undulata*) perdió la marca (porcentaje de pérdida 10%). Y en este

caso es probable que la pérdida de la marca se debiera al lugar de implantación de la misma, ya que como se explicó previamente, en un primer momento se situaba alejado de la musculatura dorsal y en parte por encima de la cavidad abdominal. Posteriormente se cambió a la musculatura dorsal, próximo a la columna vertebral en cuyo caso el porcentaje de pérdida de la marca fue 0%.

4.2.2 Marcado interno

Las pruebas de retención y supervivencia a la inserción de la marca interna realizadas en el Aquarium Finisterrae mostraron que un 60% de los individuos presentaron una supervivencia más allá de varios meses. Únicamente 2 de los 5 individuos marcados en el acuario, en concreto dos rayas, murieron después de 2 meses, pero creemos que los motivos por los cuales murieron fueron ajenos a la intervención. Por un lado, las rayas no estaban adaptadas a alimentarse en cautividad y por otro lado medían menos de 40cm, pudiendo indicando que quizás el marcado interno sea más problemático para ejemplares de pequeño tamaño ya que las rayas de mayor tamaño se recuperaron perfectamente. Estas dos rayas de menor tamaño, una *R. undulata* y otra *R. montagui*, procedían de las instalaciones de cuarentena del acuario ya que habían sido recientemente capturadas. No podemos asegurar que antes de la prueba estuvieran en plenas condiciones y se alimentaran con normalidad en cautividad de modo adecuado.

Durante el seguimiento posterior de todo el proceso, ya de vuelta en sus tanques del acuario, se observó en las primeras semanas una pequeña hinchazón en la zona intervenida, acompañada de un color rojizo, causado probablemente por una pequeña infección. Al cabo de un mes se pudo observar una cicatrización completa, prácticamente no se apreciaba dicha marca y simplemente quedaba una pequeña zona de color rojizo pero prácticamente inapreciable.

4.3 SEGUIMIENTO MEDIANTE TELEMETRÍA ULTRASÓNICA

4.3.1 Prueba de rango VR2W

En base a los resultados del test de rango, se consideró que el rango de recepción de cada VR2W era aproximadamente una distancia de 250 m. Situado a esta distancia el receptor registra entre el 50-60% de las emisiones del transmisor V9. (Fig. 10)

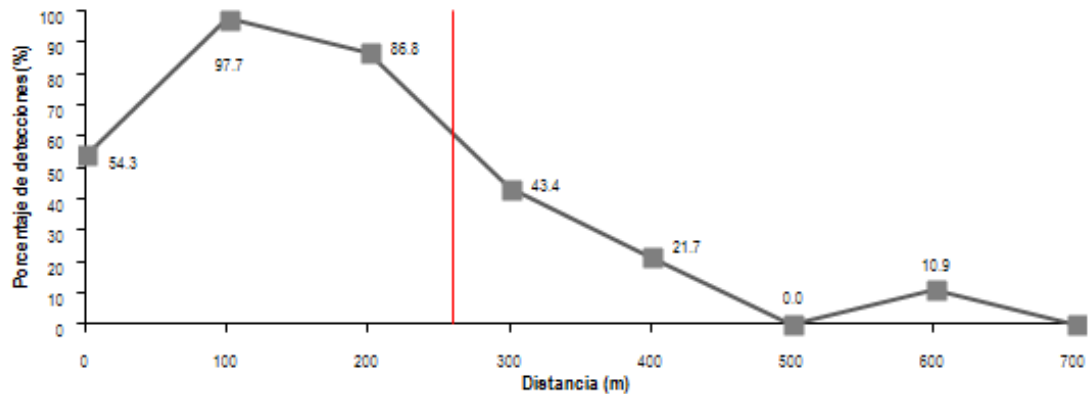


Figura 10. Prueba de rango para los receptores VR2W y las marcas V9 de VEMCO en la RMIP Ría de Cedeira. El eje X representa la distancia entre el receptor y el transmisor y el eje Y el porcentaje de detecciones registrado durante un período de 20 minutos. La línea roja señala el rango de recepción de 250 m considerado para situar los receptores.

4.3.2 Seguimiento automático mediante receptores VR2W

De los 23 individuos marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira, 10 de ellos fueron pintarrojás (*S. canicula*), 2 rayas pintadas (*R. montagui*), 11 raya mosaico (*R. undulata*). En la Tabla 1 se muestran las diferentes características de cada uno de los individuos capturados a los que se les implantó un transmisor.

Tabla 1: Individuos marcados en la RMIP Ría de Cedeira. Se indica la especie, longitud total (cm), el peso (Kg), el sexo, etapa de madurez, fecha de liberación, fecha de la última detección, duración de seguimiento, número de día de detección, estado e IR (Índice de residencia).

ID	Floy Tag	Especie	Talla(cm)	Peso(Kg)	Sexo	Etapa de madurez	Fecha de liberado	Fecha de la última detección (mm/dd/yyyy)	Duración de seguimiento (d)	Número de días de detección	Estado	IR
ID18511	#05	<i>Raja undulata</i>	74,0	6,00	Hembra	Inmadura	06/08/2014	27/09/2014	105	52	Viva	0,4952381
ID18513	#07	<i>Raja undulata</i>	78,0	2,10	Macho	Madura	27/08/2014	18/11/2014	84	57	Viva	0,67857143
ID18514	#08	<i>Raja undulata</i>	84,0	4,00	Macho	Madura	27/08/2014	18/11/2014	84	84	Viva	1,000000
ID18515	#12	<i>Raja undulata</i>	82,0	2,60	Macho	Madura	27/08/2014	18/11/2014	84	7	Viva	0,08333333
ID18517	#11	<i>Raja undulata</i>	71,0	3,00	Hembra	Inmadura	03/09/2014	02/10/2014	77	26	Muerta	0,33766234
ID18518	#09	<i>Raja undulata</i>	69,0	3,25	Hembra	Inmadura	03/09/2014	28/09/2014	77	3	Viva	0,03896104
ID18519	#13	<i>Raja undulata</i>	62,0	1,75	Hembra	Inmadura	05/09/2014	14/03/1900	75	74	Viva	0,98666667
ID18520	#14	<i>Raja undulata</i>	79,0	3,75	Macho	Madura	05/09/2014	05/09/2014	75	1	Viva	0,01333333
ID18526	#20	<i>Raja undulata</i>	74,0	3,00	Hembra	Inmadura	13/09/2014	07/10/2014	67	24	Viva	0,35820896
ID18527	#21	<i>Raja undulata</i>	74,0	5,00	Macho	Madura	13/09/2014	18/11/2014	67	60	Viva	0,89552239
ID18531	#03	<i>Raja undulata</i>	64,0	1,50	hembra	Inmadura	07/10/2014	19/10/2014	43	10	Muerta	0,23255814
ID18516	#10	<i>Raja montagui</i>	61,0	2,00	Hembra	Madura	03/09/2014	03/09/2014	77	1	Viva	0,01298701
ID18534	#28	<i>Raja montagui</i>	63,5	2,00	Hembra	Madura	23/10/2014	13/11/2014	27	22	Viva	0,81481481
ID18521	#15	<i>Scyliorhinus canicula</i>	60,0	0,60	Macho	Madura	13/09/2014	14/09/2014	67	2	Viva	0,02985075
ID18522	#17	<i>Scyliorhinus canicula</i>	53,0	0,50	Hembra	Madura	13/09/2014	13/09/2014	67	1	Viva	0,01492537
ID18523	#16	<i>Scyliorhinus canicula</i>	52,0	0,50	Hembra	Madura	13/09/2014	13/09/2014	67	1	Viva	0,01492537
ID18524	#18	<i>Scyliorhinus canicula</i>	50,0	0,50	Hembra	Inmadura	13/09/2014	13/09/2014	67	1	Viva	0,01492537
ID18525	#19	<i>Scyliorhinus canicula</i>	47,0	0,40	Hembra	Inmadura	13/09/2014	13/09/2014	67	1	Viva	0,01492537
ID18528	#23	<i>Scyliorhinus canicula</i>	64,0	0,60	Macho	Madura	29/09/2014	29/09/2014	51	1	Muerta	0,01960784
ID18530	#24	<i>Scyliorhinus canicula</i>	74,0	0,60	Macho	Madura	29/09/2014	29/09/2014	51	1	Viva	0,01960784
ID18512	#25	<i>Scyliorhinus canicula</i>	52,0	0,20	Hembra	Madura	14/10/2014	14/10/2014	36	1	Viva	0,02777778
ID18532	#26	<i>Scyliorhinus canicula</i>	52,0	0,20	Hembra	Madura	14/10/2014	14/10/2014	36	1	Viva	0,02777778
ID18533	#27	<i>Scyliorhinus canicula</i>	56,0	0,30	Hembra	Madura	14/10/2014	14/10/2014	36	1	Viva	0,02777778

Cálculo del Índice de residencia (IR)

A partir del cálculo del índice de residencia (días de detección / periodo total de detección) se pudo establecer que la mayoría de las rayas mosaico tuvieron altos tiempos de residencia (Tabla 1) y, por tanto, esta especie puede ser considerada como especie residente en la Ría de Cedeira, al menos durante el periodo de estudio (del 6 de agosto al 18 de noviembre de 2014).

Por el contrario, los valores del índice de residencia que mostraron las pintarrojas fueron muy bajos indicando que esta especie prefiere habitualmente hábitats de zonas externas a la ría ya que su detección, durante el periodo estudiado, únicamente se estableció escasas horas tras la liberación (Tabla 1).

En el caso de la raya pintada, el escaso número de individuos monitorizados no permite establecer conclusión alguna, ya que si bien un ejemplar presenta un valor elevado del IR el valor del índice para el otro individuo es muy bajo (Tabla 1).

Seguimiento de los individuos

La totalidad de los individuos marcados fueron detectados en el periodo comprendido entre el 6 de agosto y el 18 de Noviembre de 2014 fecha en que se realizó la descarga de datos de 6 de los receptores. El resto de los receptores no se pudieron descargar debido a las malas condiciones meteorológicas. Los receptores descargados se indican en la Figura 11 con los códigos C01, C02, C06, C10, C11 y C12. En total se obtuvieron 145925 detecciones acústicas, 132380 detecciones de *R. undulata*, 8973 de *R. montagui* y 1689 de *S. canicula*.

Se elaboraron diagramas de dispersión para cada uno de los individuos detectados. En dicho diagrama se representa en el eje horizontal los días, desde el inicio del período de estudio, y en el eje vertical las detecciones registradas en cada receptor. Así se obtiene una imagen de los desplazamientos realizados por cada individuo desde la fecha que fue liberado, a través de las detecciones registradas por los distintos receptores fijos VR2W instalados en cada zona de la reserva. Asimismo, el diagrama de dispersión permitirá apreciar la existencia o no de patrones temporales de detección (diarios, ligados al fotoperiodo, etc.), los cuales pueden estar relacionados con patrones de actividad.

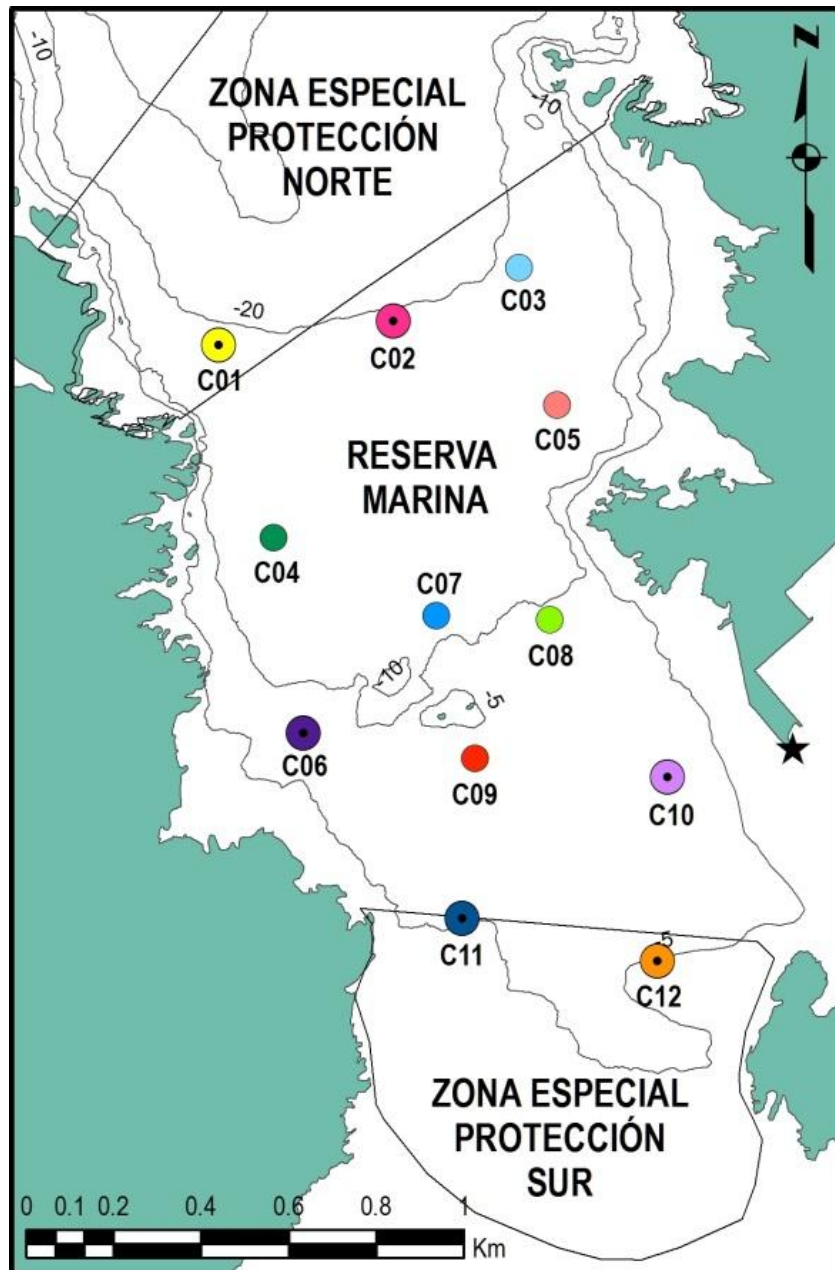


Figura 11. Se representa la localización de los receptores fijos VR2W (VEMCO Ltd.) en la RMIP Ría de Cedeira. Únicamente han sido descargados los receptores R01, R02, R06, R10, R11 y R12.

En total se obtuvieron 145925 detecciones acústicas, 132380 detecciones de *R. undulata* (90.7%), 8973 de *R. montagui* (6.1%) y 1689 de *S. canicula* (1.2%) (Tabla 2). Todos los individuos fueron liberados dentro de la reserva marina, en la zona exterior del dique de abrigo del puerto de Cedeira, dentro del área de detección del receptor C10.

Tabla 2: Número de detecciones para cada uno de los receptores descargados según la especie detectada en la RMIP Ría de Cedeira.

Especies	Receptores						Total
	C01	C02	C06	C10	C11	C12	
<i>Raja undulata</i>	3345	7585	21020	33008	32773	34649	132380
<i>Raja montagui</i>	4882	1793	1807	130	219	142	8973
<i>Scyliorhinus canicula</i>	282	476	21	545	119	246	1689
Total	10282	10884	22872	33706	33125	35056	145925

Todos los individuos marcados (Tabla 3) fueron detectados por los 6 receptores, salvo la *R. undulata*, ID18531, que solo presentó detecciones en los receptores C10 y C12, la *R. montagui*, ID18516, y el *S. canicula*, ID18522, detectados por todos los receptores salvo el C06, y el *S. canicula*, ID18522, únicamente detectado por los receptores C10, C11 y C12. Las rayas fueron las especies más detectadas durante periodos de tiempo más prolongados, con un máximo de 84 días y un mínimo de un día. Mientras que los tiburones fueron detectados por periodos muy cortos de tiempo, con un máximo de 2 días, siendo lo más común la detección únicamente durante el mismo día de su liberación.

Tabla 3. Número y días de detecciones para cada uno de los individuos marcados en la RMIP Ría de Cedeira. Se indica la especie, el sexo, longitud total (cm) y fecha de liberación.

Transmisor V9	Especie	Sexo	LT (cm)	Fecha Liberación	Número detecciones	Días	Número receptores
ID18511	<i>Raja undulata</i>	Hembra	74.0	06/08/14	26183	53	6
ID18513	<i>Raja undulata</i>	Macho	78.0	27/08/14	15315	57	6
ID18514	<i>Raja undulata</i>	Macho	84.0	27/08/14	36567	84	6
ID18515	<i>Raja undulata</i>	Macho	82.0	27/08/14	338	7	6
ID18517	<i>Raja undulata</i>	Hembra	71.0	03/09/14	8758	26	6
ID18518	<i>Raja undulata</i>	Hembra	69.0	03/09/14	255	3	6
ID18519	<i>Raja undulata</i>	Hembra	62.0	05/09/14	31135	72	6
ID18520	<i>Raja undulata</i>	Macho	79.0	05/09/14	93	1	6
ID18526	<i>Raja undulata</i>	Hembra	74.0	13/09/14	2121	24	6
ID18527	<i>Raja undulata</i>	Macho	74.0	13/09/14	9976	57	6
ID18531	<i>Raja undulata</i>	Hembra	64.0	07/10/14	1639	10	2
ID18516	<i>Raja montagui</i>	Hembra	61.0	03/09/14	58	1	5
ID18534	<i>Raja montagui</i>	Hembra	63.5	23/10/14	8915	22	6
ID18521	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Macho	60.0	13/09/14	279	2	6
ID18522	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	53.0	13/09/14	173	1	5
ID18523	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	52.0	13/09/14	151	1	6
ID18524	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	50.0	13/09/14	340	1	6
ID18525	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	47.0	13/09/14	216	1	6
ID18528	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Macho	64.0	25/09/14	67	1	3
ID18530	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Macho	74.0	29/09/14	85	1	6
ID18512	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	52.0	13/09/14	45	1	6
ID18532	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	52.0	13/09/14	123	1	6
ID18533	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hembra	56.0	13/09/14	210	1	6

***Raja undulata* (raya mosaico)**

Las rayas mosaico (11 individuos) fueron localizadas por todos los receptores descargados, con una clara dominancia en los receptores del interior de la reserva (24.9% en C10, 24.8% en C11 y 26.2% en C12), seguidos del receptores de la zona intermedia (15.9% en C06), presentando detecciones menores en los receptores de la zona más externa de la reserva (2.5% en C01 y 5.73% en C02). Existe por tanto, una mayor presencia de *R. undulata* en el interior de la reserva.

El promedio de detecciones por individuo de esta especie es de 12034 durante una media de 36 días, con un máximo de 36567 detecciones durante 84 días en el individuo ID18514, y un mínimo de 93 detecciones en 1 día para el ID18520. Los individuos ID18513, ID18514, ID18515, ID18519 e ID18527, fueron detectados hasta el momento de descarga de los VR2W.

Observamos tres patrones de detección diferentes dentro de las 11 rayas mosaico marcadas (Figura 12). Por un lado, dos machos (ID18515 e ID18520) y una hembra (ID18518), únicamente permanecieron unas horas dentro de la ría (2h el ID18515, 3h el ID18518 y 24h el ID18520), siendo detectados en primer lugar por los receptores del interior de la ría (C10, C11 y C12), y posteriormente por los receptores más externos (C01 y C02), antes de desaparecer del área de estudio. Dos de ellos, el ID18515 e ID18518, volvieron a ser detectados 57 y 24 días después, respectivamente. Tras su regreso, el ID18515, fue detectado 5 días más por los receptores externos (C01 y C02) durante el día, e internos (C10 y C11) durante la noche, presentando un claro patrón de detección día-noche. El ID18518, por el contrario, parece haber hecho movimientos exploratorios hacia el interior de la ría, para volver a desaparecer del área de estudio durante la noche, pasadas tan solo 24h desde su regreso.

Por otro lado, cuatro hembras (ID18511, ID18517, ID18519 e ID18526) y tres machos (ID18513, ID18514 e ID18527), presentan un patrón de detección similar. Observamos que estos individuos realizan movimientos de la zona más interna a la zona más externa de la reserva, y viceversa, siendo detectados en todos los receptores, y pudiendo desaparecer del área de estudio durante días (de 1 a 26), volviendo a ser detectadas de nuevo por los receptores de la zona más externa (C01 y C02). Salvo los individuos ID18511 e ID18526, que tras su salida de la ría no volvieron a ser detectados por ningún receptor.

El ID18517, a pesar de presentar este mismo patrón de detección, sorprende que sus últimas detecciones, antes de desaparecer, sean en los receptores internos (C10, C11 y C12). Esto puede deberse a que haya sido capturada por algún pescador, ya que en esta zona se faena con trasmallos.

Por último, la hembra de *R. undulata*, ID18531, presenta un patrón de detección único y diferente al resto de individuos marcados de esta especie. Permaneció en la misma localización durante 8 días (desde el 8 hasta el 15 de Noviembre), siendo detectado alternativamente por los receptores C10 y C12, lo que indica que se encontraba entre ambos. Tras dos días sin

detecciones, vuelve a ser detectado por el receptor C10 de forma puntual los días 18 y 19 de Noviembre. Este patrón de detecciones parece indicar que este individuo ha fallecido. En las anotaciones del día de su marcado indicamos que esta raya no se encontraba en condiciones óptimas, y parecía estar algo perjudicada por su captura.

El interior de la reserva marina parece presentar multitud de hábitats adecuados para esta especie, puesto que permanecen en varias zonas durante días, por lo que no es probable que se trate de zonas de paso.

Raja undulata - ID 18511 - #05 - ♀ (74cm LT)

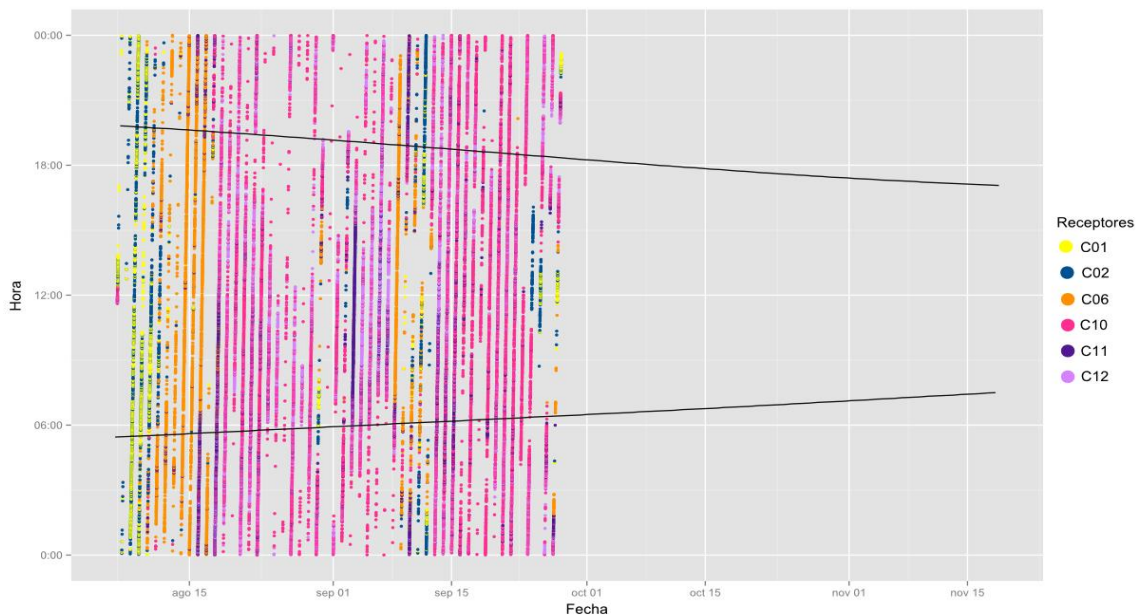


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18513 - #07 - ♂ (78cm LT)

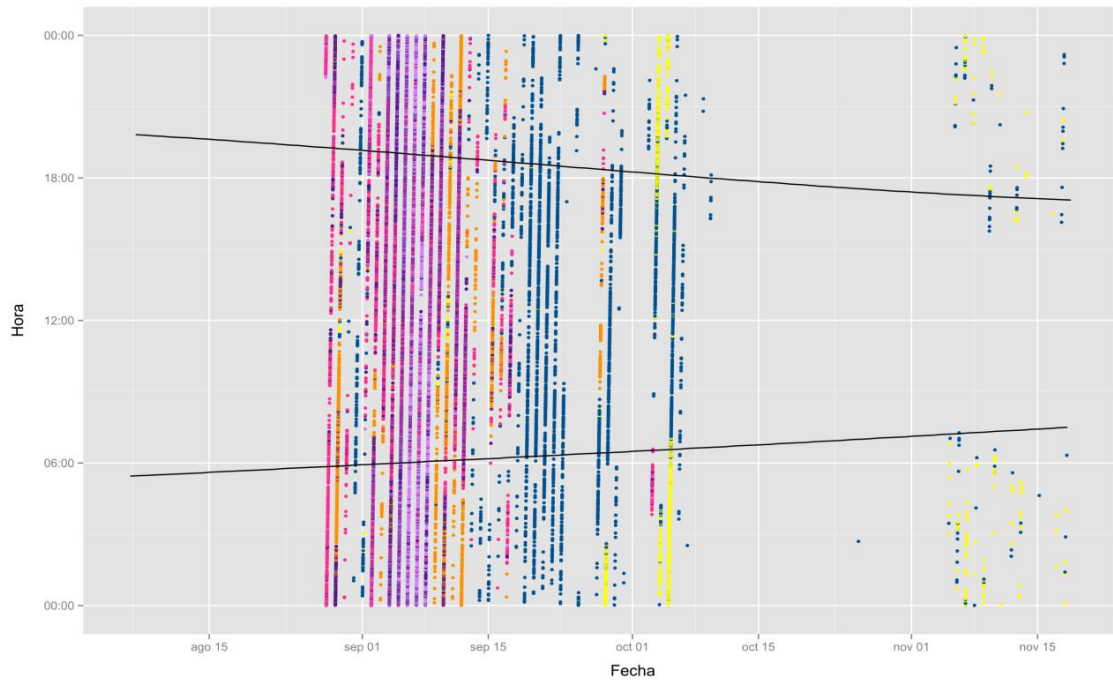


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18514 - #08 - ♂ (84cm LT)

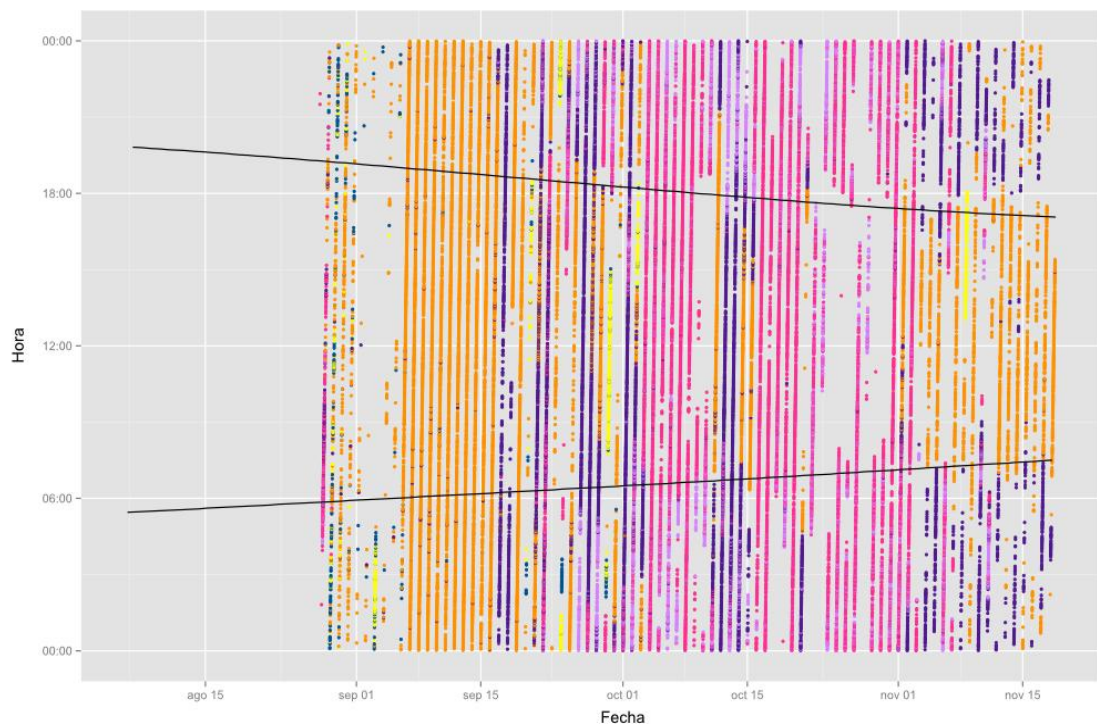


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Raja undulata* - ID 18515 - #12 - ♂ (82cm LT)**

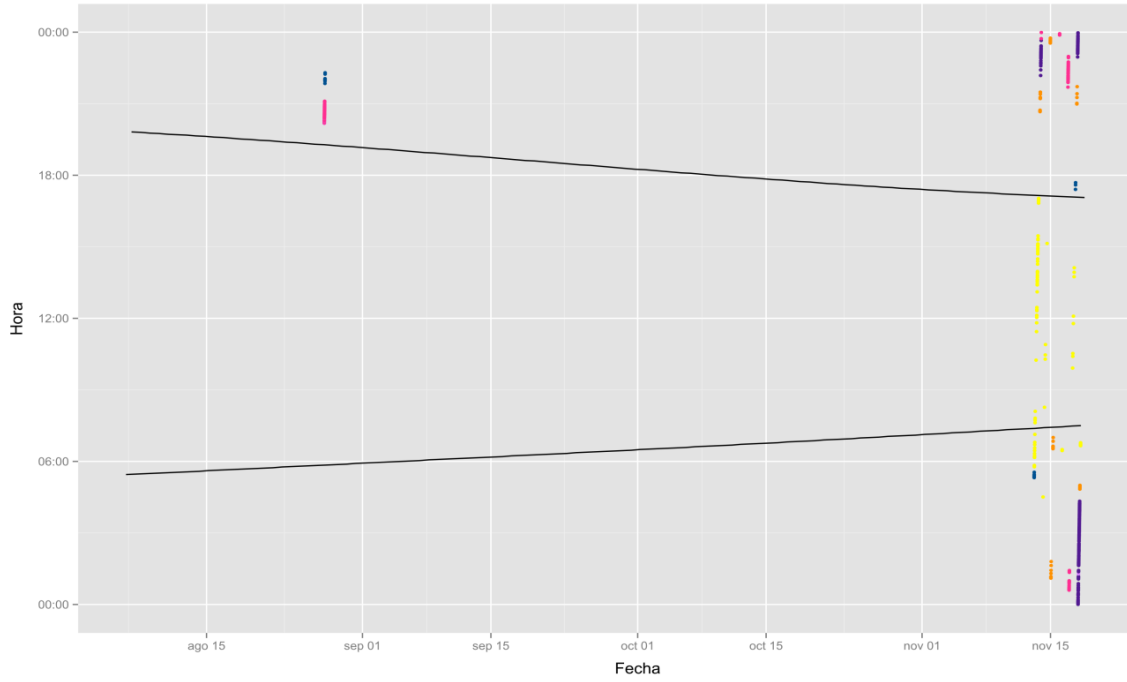


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18517 - #11 - ♀ (71cm LT)

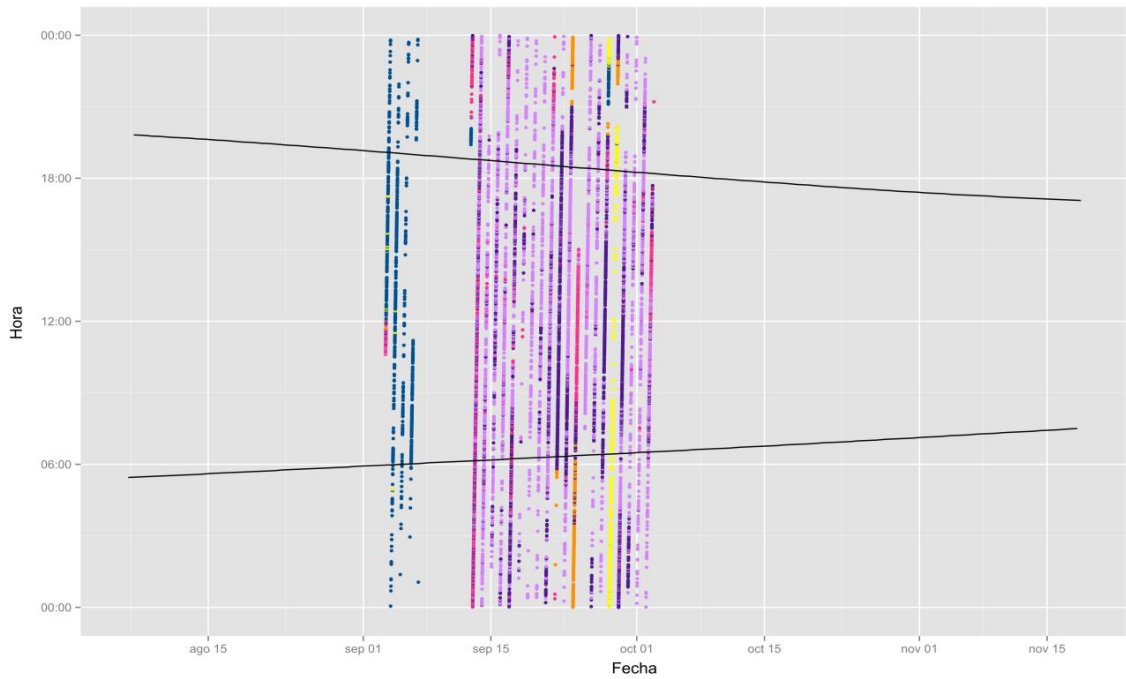


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18518 - #09 - ♀ (69cm LT)

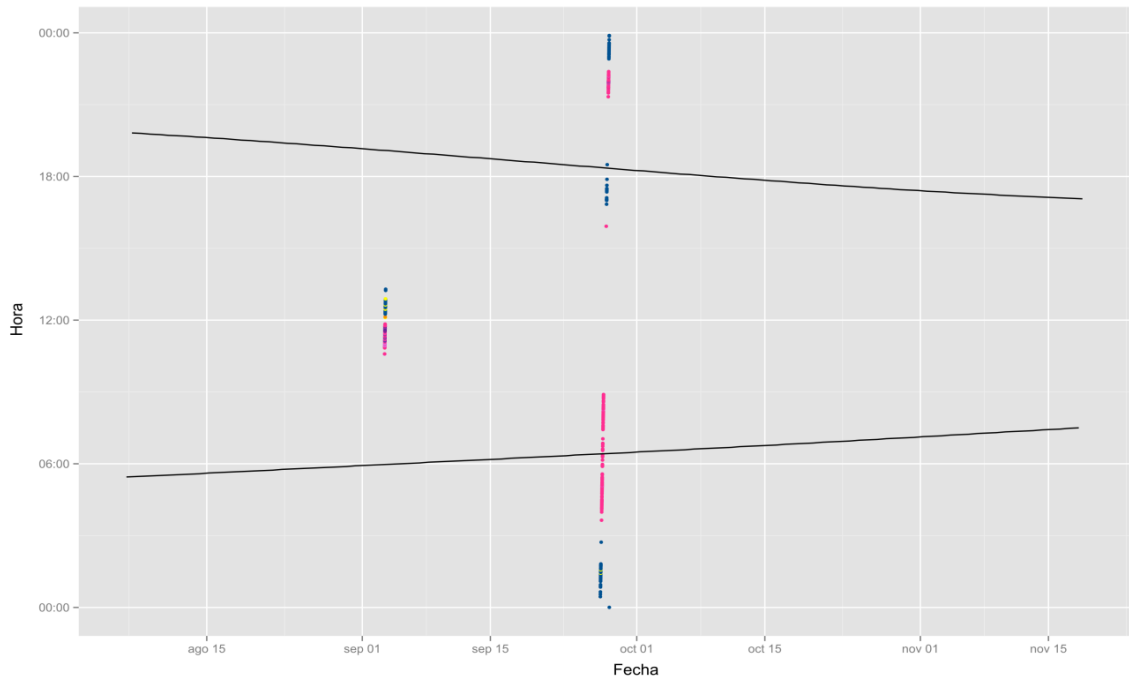


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18519 - #13 - ♀ (62cm LT)

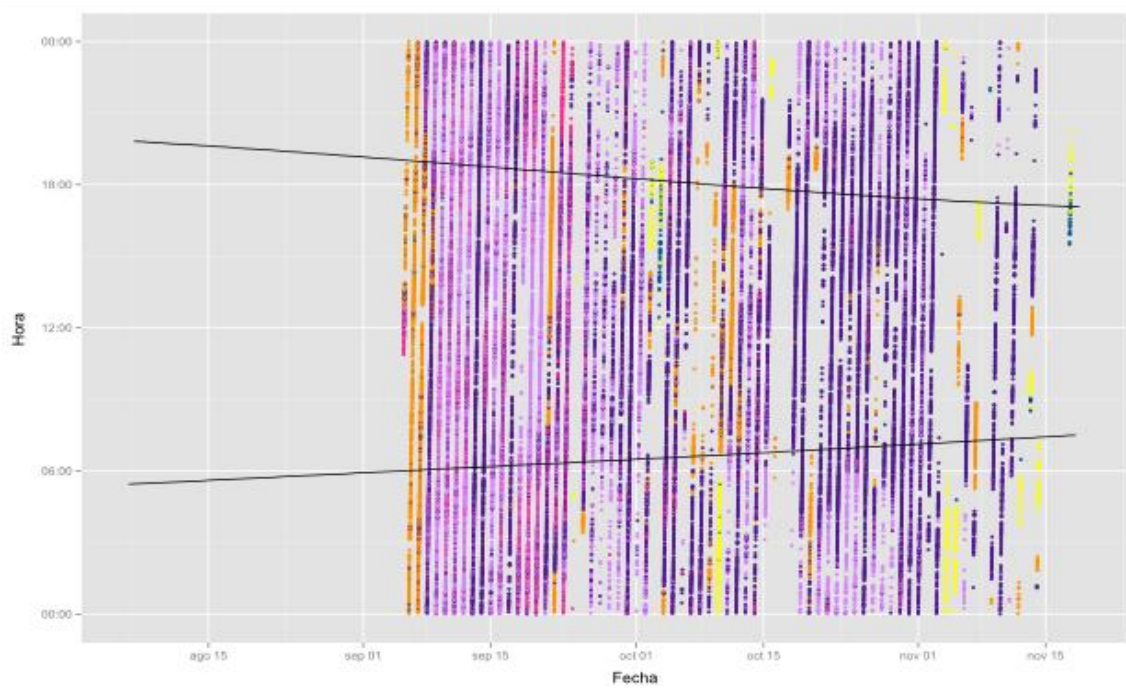


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ria de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18520 - #14 - ♂ (79cm LT)

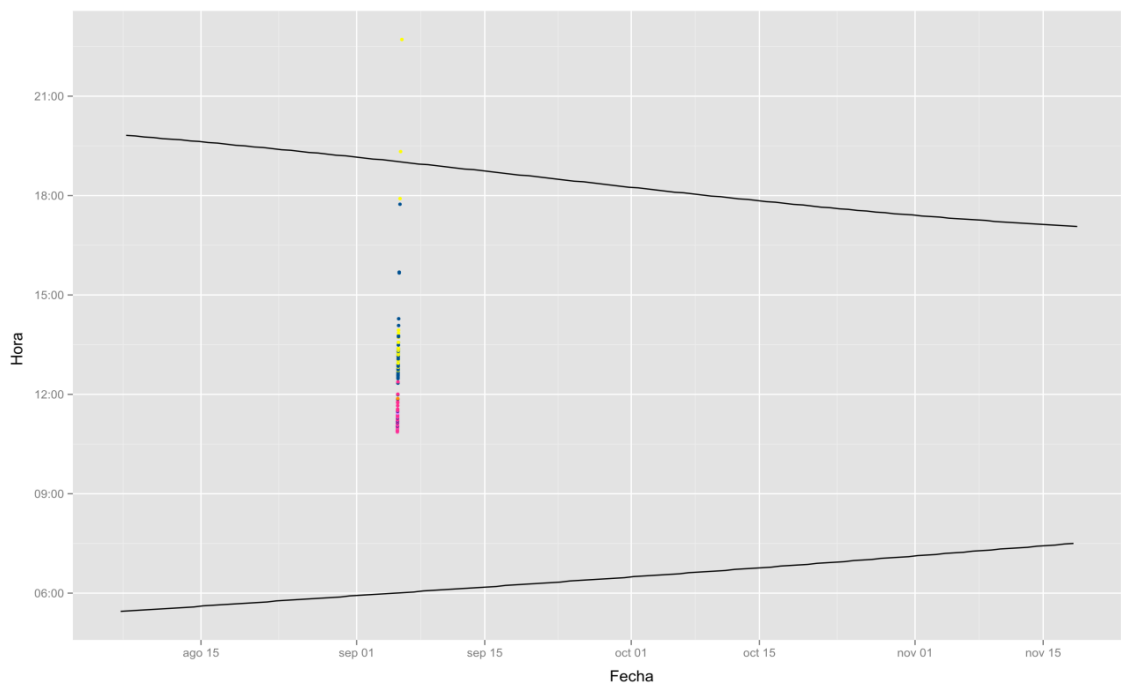


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Raja undulata* - ID 18526 - #20 - ♀ (74cm LT)**

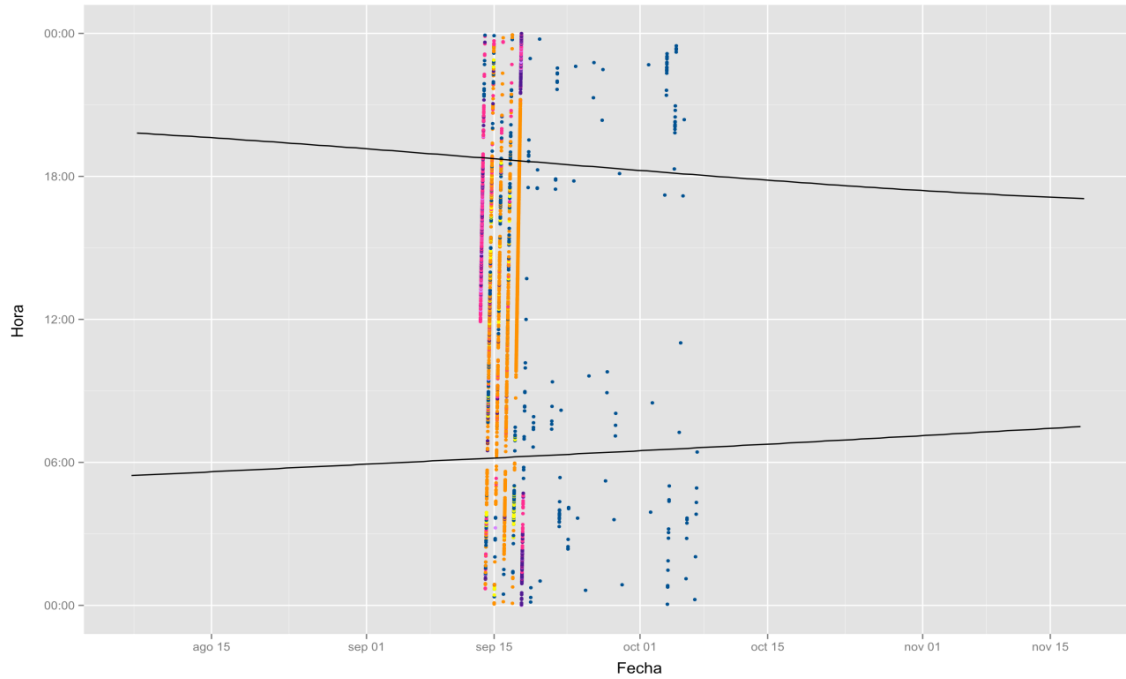


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18527 - #21 - ♂ (74cm LT)

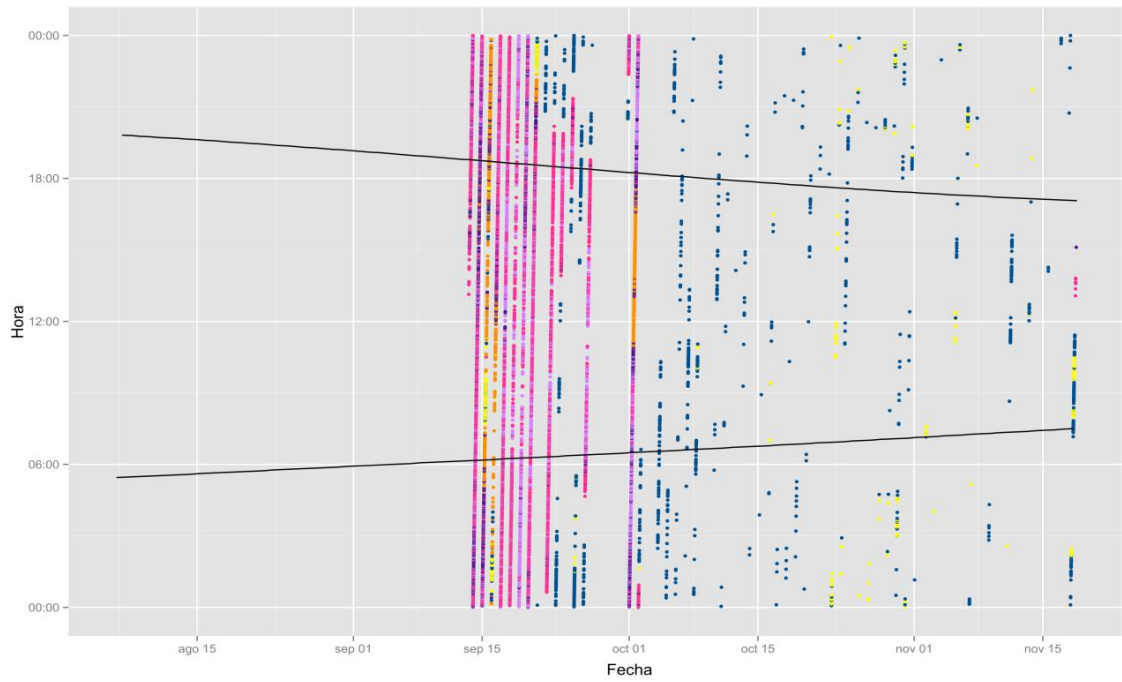


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja undulata - ID 18531 - #03 - ♀ (63cm LT)

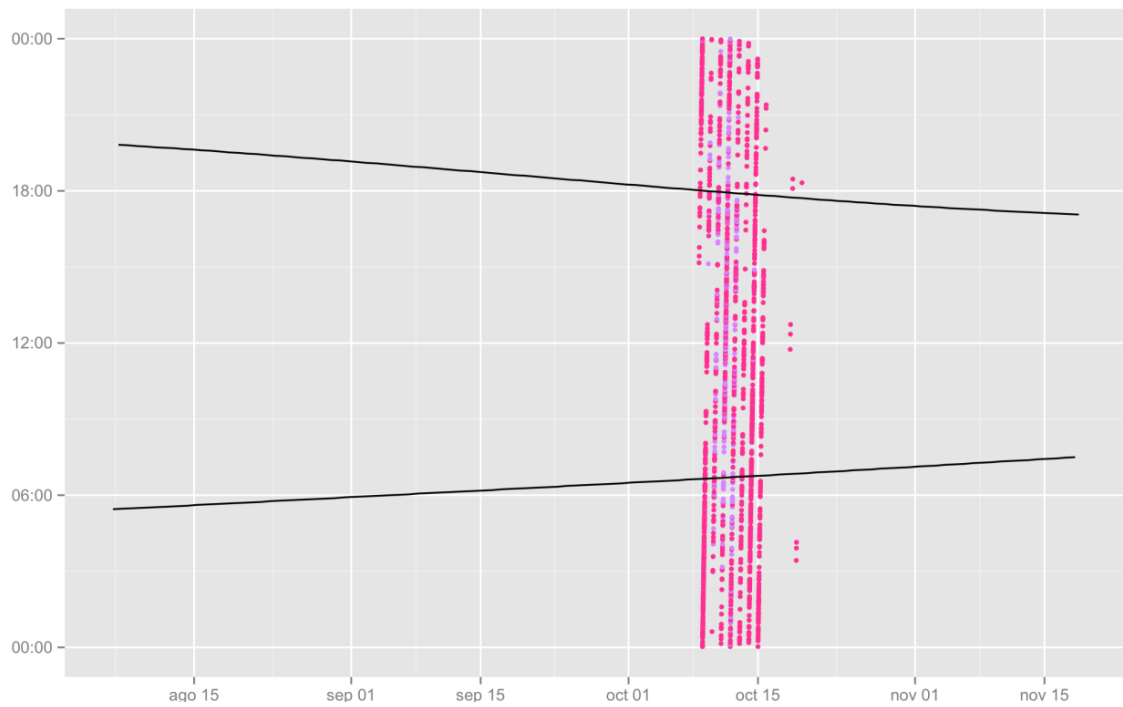


Figura 12. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja undulata*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Raja montagui* (Raya pintada)**

Las rayas pintadas (2 individuos) fueron detectadas por todos los receptores descargados (Figura 13). Al contrario que en *R. undulata*, la *R. montagui* predomina en los receptores de la zona más externa (54.4% en C01 y 20.0% en C02) e intermedia (20.1% en C06) de la reserva, siendo escasas sus detecciones en el interior de la reserva (1.5% en C10, 2.4% en C11 y 1.6% en C12). Esta especie presenta una clara dominancia en la zona más externa de la reserva.

Los dos individuos marcados de raya pintada presentan un comportamiento totalmente diferente. Por un lado, el individuo ID18516 fue detectado un total de 58 veces durante un solo día, mientras que el ID18534, se detectó 8915 veces a lo largo de 22 días. Ambos individuos eran hembras adultas.

La primera raya pintada marcada (ID18516) se marchó de la ría en apenas tres horas tras su liberación. Fue detectada durante 2h por los receptores de las zonas más interna de la ría (C10, C11 y C12), y posteriormente por los receptores más externos (C1 y C2) a lo largo de una hora más, momento en el que se perdió su señal. La ausencia de detecciones en el receptor C06, indican que se desplazó por el margen oeste de la ría.

Por el contrario, la última raya pintada liberada (ID18534) mostró un patrón de detección totalmente diferente. Tras su liberación cerca del receptor C10 y en tan solo 6.5h, fue detectada por los receptores de la zona exterior (C01 y C02) donde permaneció 4 días. A partir del 5º día, parece existir un patrón de detección diferencial día-noche, siendo detectado en zonas más intermedias (C06) durante el día, y desplazándose a zonas más externas (C01 y C02) durante la noche. Esto se repite durante aproximadamente 12 días de forma más o menos constante. Tras este periodo, y coincidiendo con la salida del sol parece haber realizado movimientos exploratorios entre los receptores más internos de la ría (C10, C11 y C12), volviendo a la zona más externa de la ría (C01) tras la puesta del sol del mismo día, donde permanece dos días más y finalmente desaparece del área de estudio.

Raja montagui - ID 18516 - #10 - ♀ (61cm LT)

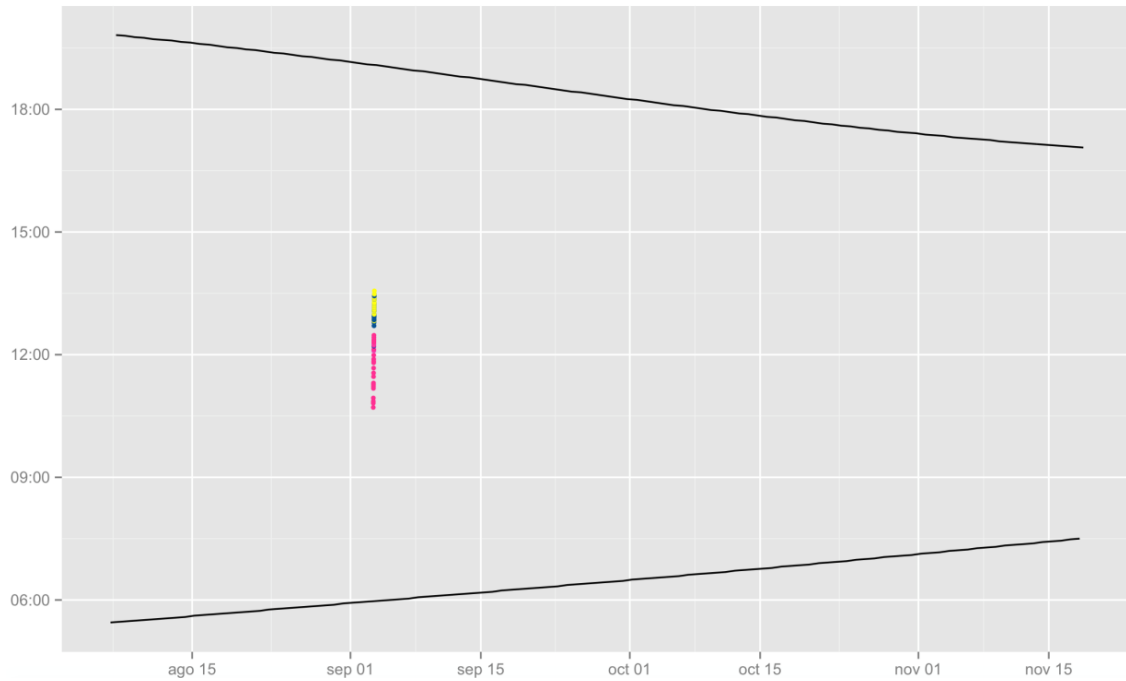


Figura 13. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja montagui*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Raja montagui - ID 18534 - #28 - ♀ (64cm LT)

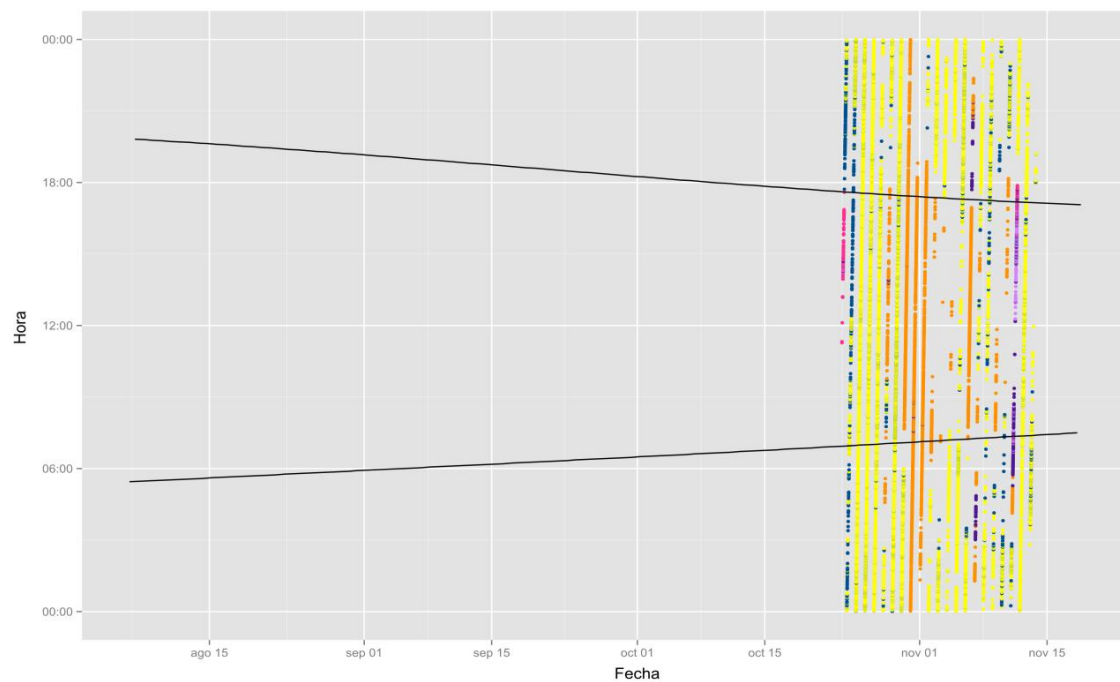


Figura 13. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Raja montagui*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* (Pintarroja)**

Los pintarrojas fueron detectados por los seis receptores descargados, predominando las detecciones en los receptores C10 (32.3%), C02 (28.2%), C01 (16.7%) y C12 (14.6%), siendo claramente minoritarias las detecciones del receptor C11 (7.1%) y C06 (1.2%) (Figura 14). La mayor detección en el receptor C10 se debe a que el punto de liberación de los individuos marcados se encuentra en su área de detección, y por tanto, todos los individuos han sido detectados por éste. Dado que el 28.2% de las detecciones son del receptor C02, parece que los individuos de pintarroja se dirigen al exterior de la reserva de forma directa, y por el margen oeste de la ría, sin apenas ser detectados por receptores intermedios como el C06.

El promedio de detecciones por individuo de esta especie es de 168.9 durante una media de 1.1 días, con un máximo de 340 detecciones durante 1 día en el individuo ID18524, y un mínimo de 45 detecciones en 1 día para el ID18512. La detección de todos los individuos marcados durante periodos de tiempo inferiores a 24h, muestran una clara preferencia por zonas exteriores a la reserva, bien sea por que necesitan hábitats más profundos o diferentes a los presentes en el interior de la reserva. Debemos tener en cuenta, que dado la imposibilidad de capturar pintarrojas dentro de la reserva, todos los individuos marcados fueron pescados en el exterior de la reserva. Por tanto, todo parece indicar que no existen hábitats adecuados para esta especie en el interior de la reserva.

Siete hembras (ID18512, ID18522, ID18523, ID18524, ID18525, ID18532 e ID18533) y dos machos (ID18521 e ID18530) mostraron los mismos patrones de detección. En un promedio de 7.5h, fueron detectados en primer lugar por los receptores internos (C10, C11 y C12) y después por los externos (C01 y C02), antes de desaparecer del área de estudio. Salvo, el ID18522 y el ID18524, todos estos individuos fueron detectados ocasionalmente por el receptor intermedio (C06).

El macho ID18528 muestra un comportamiento extraño y diferente al resto de individuos marcados de pintarroja. Solamente fue detectado durante las 2.5h posteriores a su liberación, y únicamente por los receptores C10 y C12. Esto hace pensar que este individuo ha fallecido. La cirugía de este individuo se complicó, por lo que fue necesario insertar el emisor (marca V9) intramuscularmente, lo cual pudo ser la causa de su muerte.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18521 - #15 - ♂ (60cm LT)**

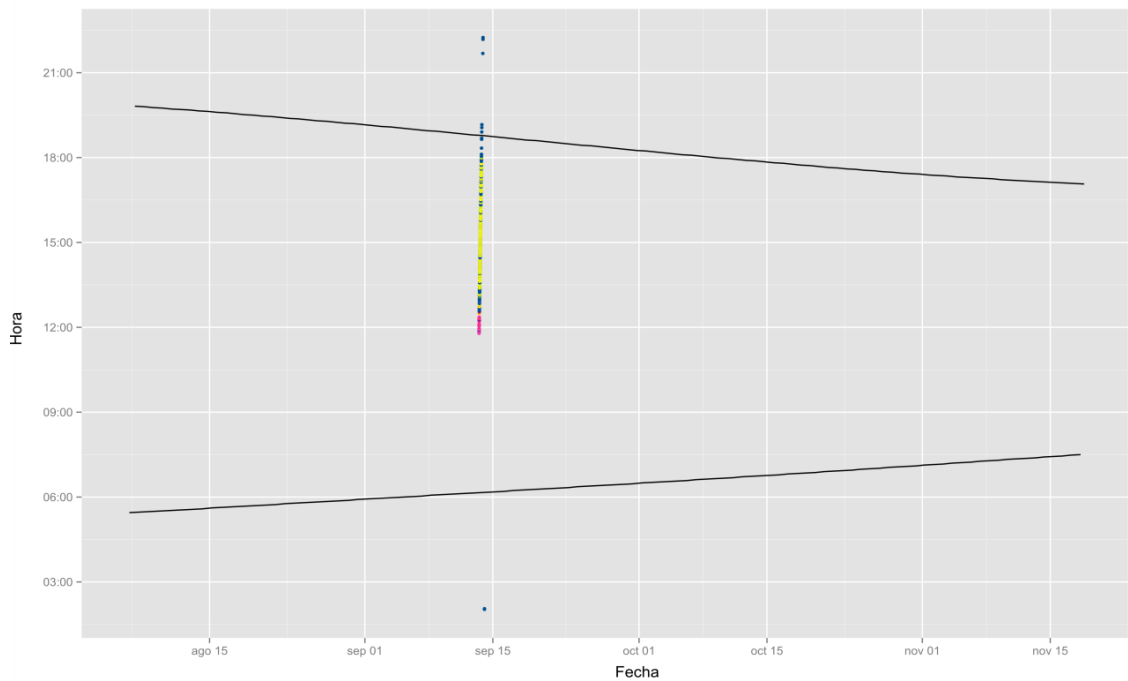


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18522 - #17 - ♀ (53cm LT)**

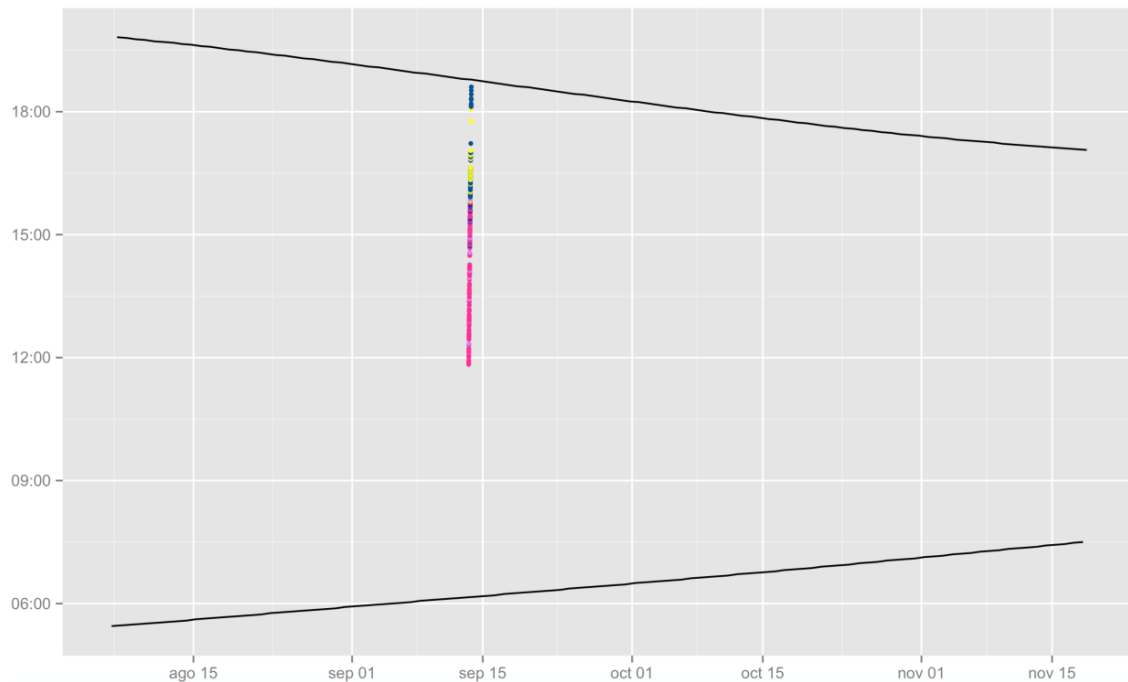


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Scyliorhinus canicula - ID 18523 - #16 - ♀ (52cm LT)

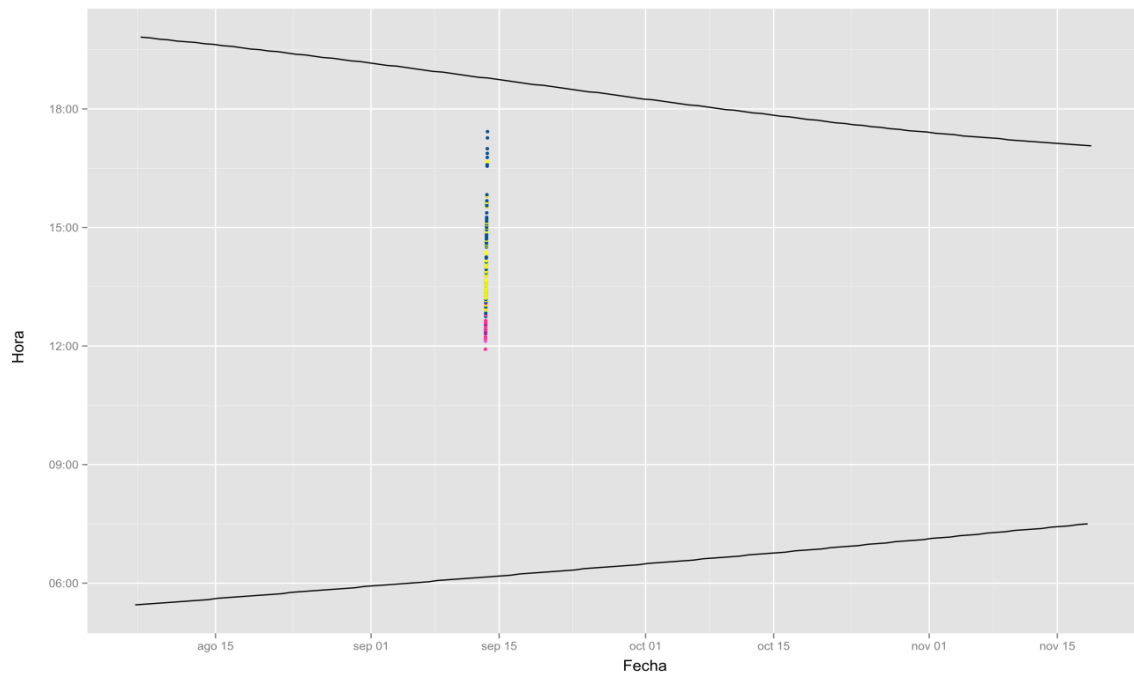


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

Scyliorhinus canicula - ID 18524 - #18 - ♀ (50cm LT)

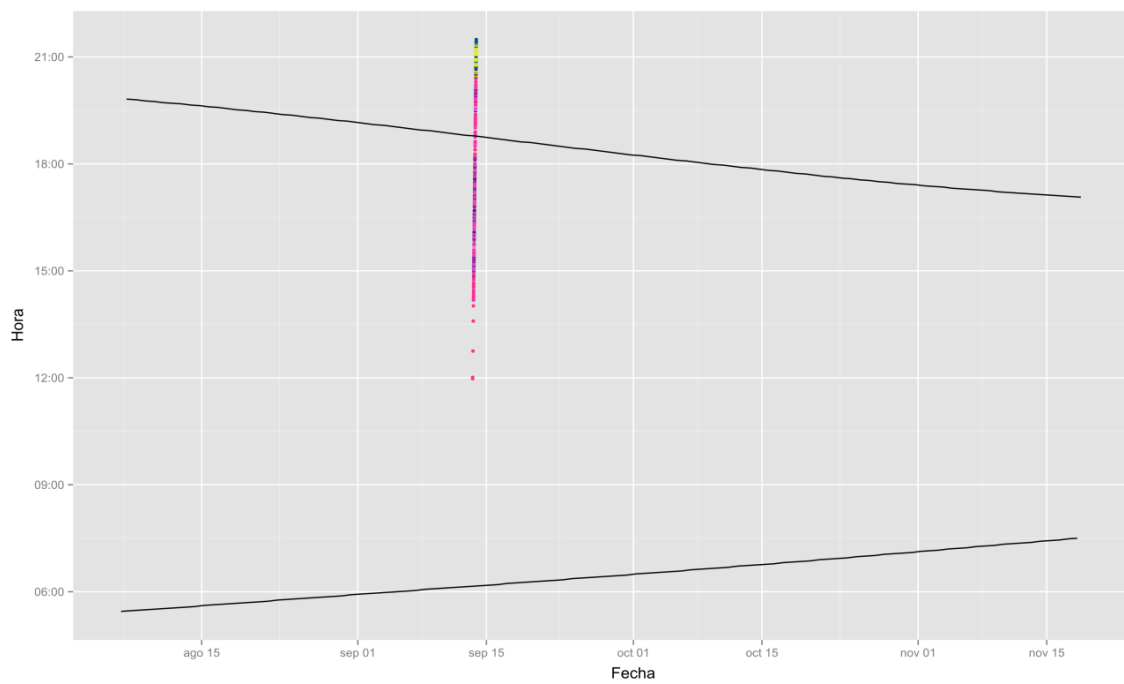


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18525 - #19 - ♀ (47cm LT)**

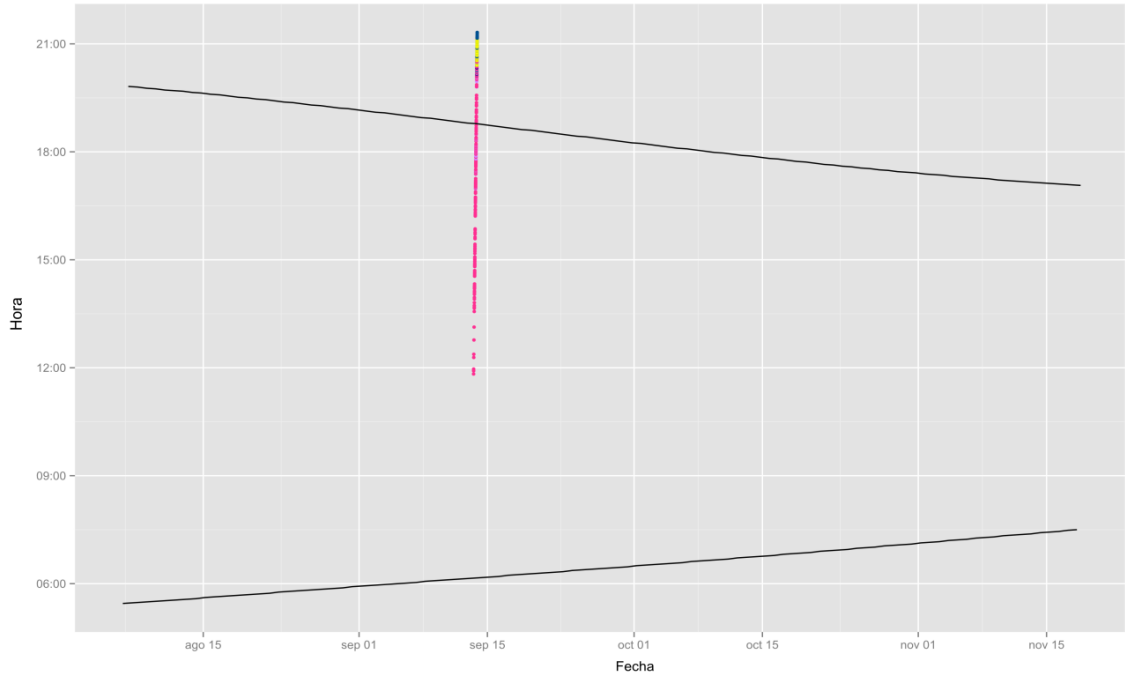


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18528 - #23 - ♂ (64cm LT)**

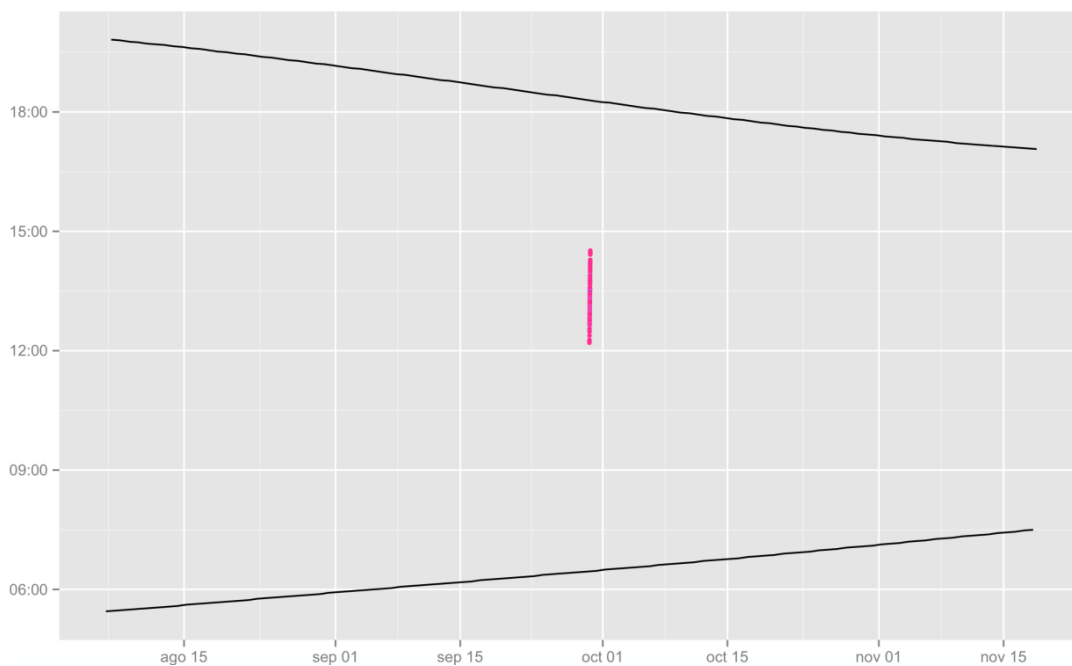


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18530 - #24 - ♂ (74cm LT)**

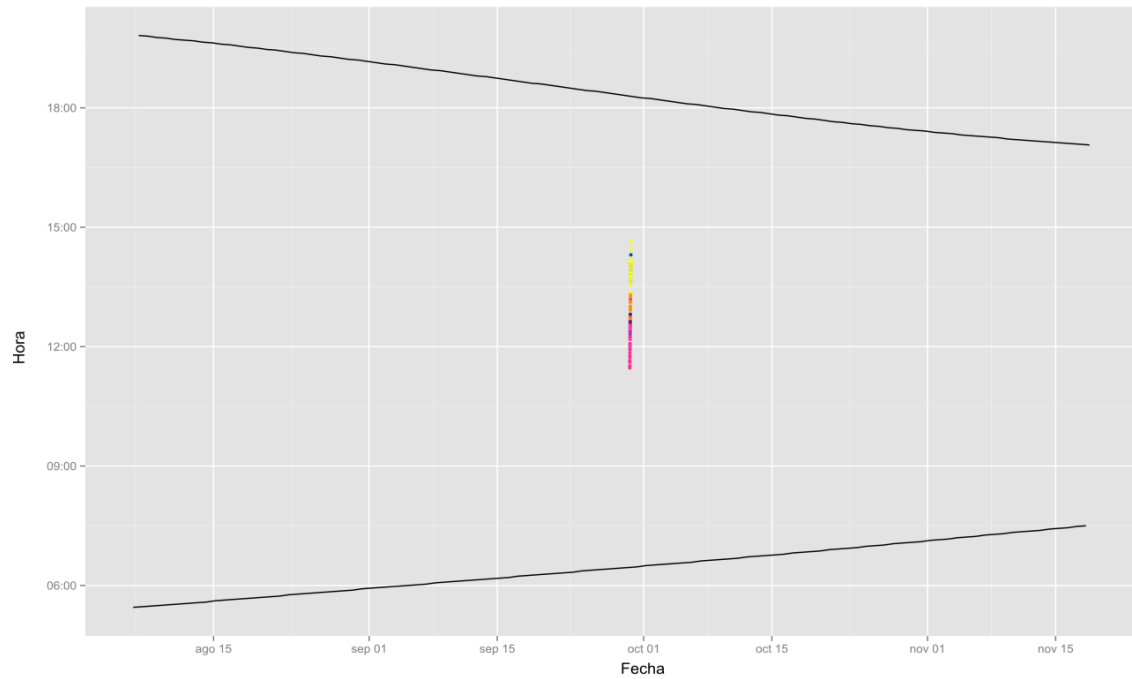


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18512 - #25 - ♀ (52cm LT)**

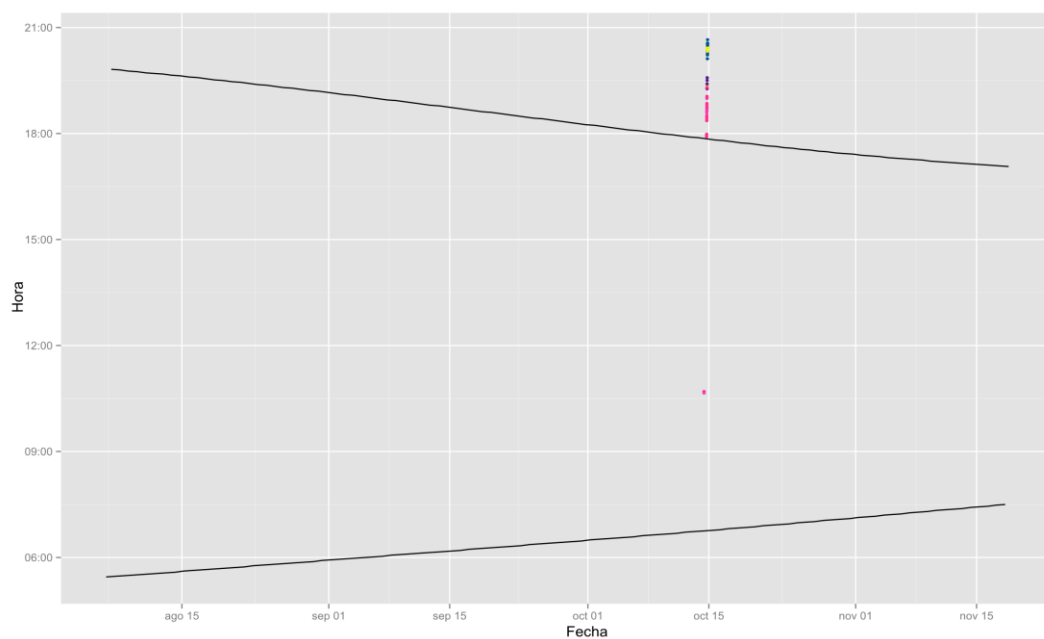


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18532 - #26 - ♀ (52cm LT)**

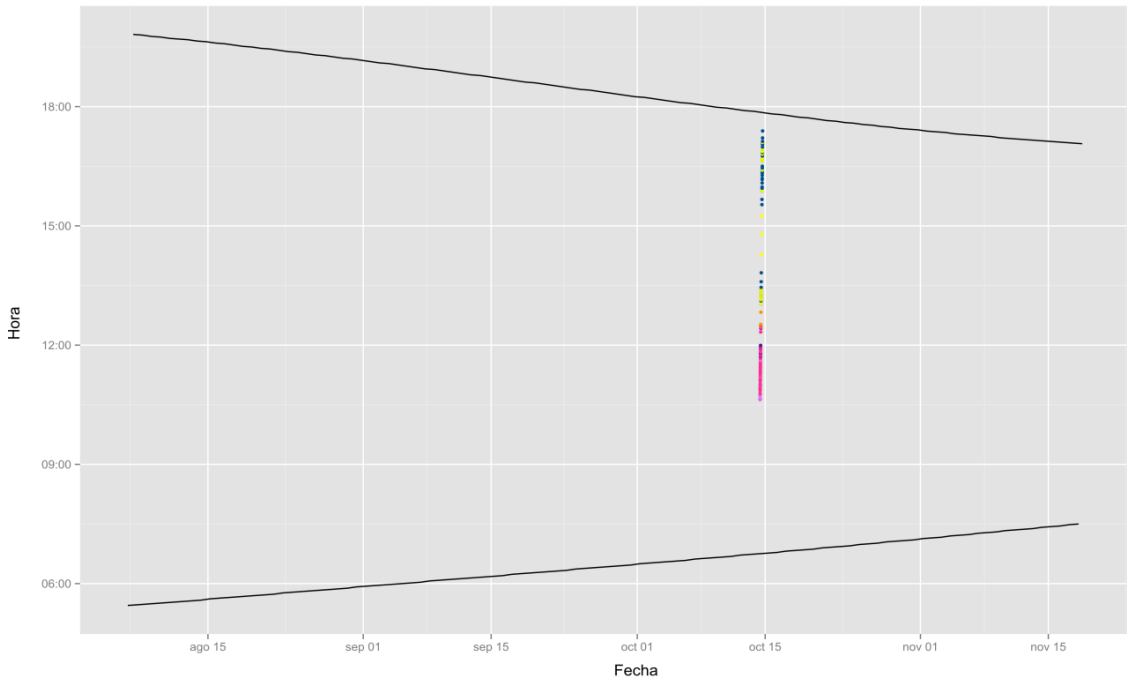


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

***Scyliorhinus canicula* - ID 18533 - #27 - ♀ (56cm LT)**

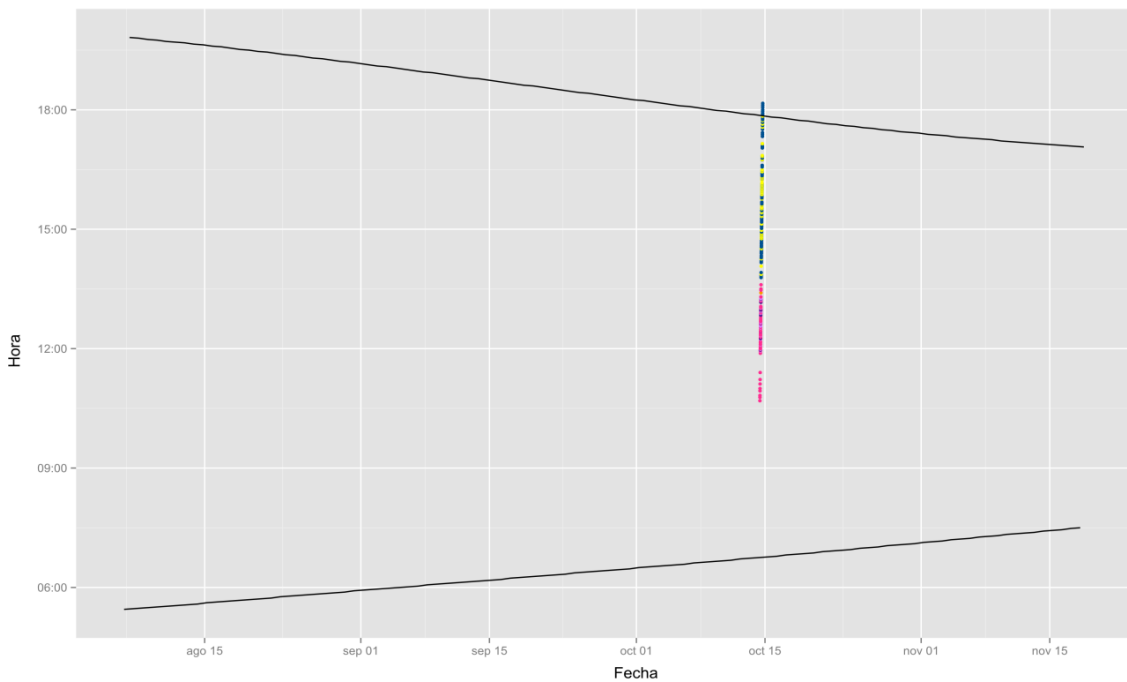


Figura 14. Patrones diarios de dispersión de los diferentes individuos de *Scyliorhinus canicula*, marcados y liberados en la RMIP Ría de Cedeira desde el 06/08/14 hasta el 18/11/14. Las líneas horizontales muestran la salida y puesta de sol diaria. Los colores de los símbolos en los diagramas de dispersión corresponden a los diferentes receptores.

5. DISCUSIÓN

En este trabajo se demuestra la viabilidad del uso de la telemetría ultrasónica con *R. undulata*, *R. montagui* y *S. canicula* en su ambiente natural. Las técnicas de telemetría empleadas aquí tienen un gran potencial para los estudios sobre los movimientos y uso de hábitat de las tres especies.

En los estudios de telemetría, antes de llevar a cabo experimentos de campo es importante determinar la retención de la marca y las tasas de mortalidad y analizar cómo dicho marcado influye en el comportamiento de los animales (Fabrizio & Pessutti, 2007). El uso de la cirugía es a menudo una buena opción en estudios de telemetría a largo plazo, muchas marcas internas pueden permanecer en el individuo durante años sin dar problemas (Jepsen *et al.*, 2002). Sin embargo, la técnica quirúrgica de implantación es complicada y se ha asociado con un alto riesgo de mortalidad debido a posibles infecciones y con la posible pérdida de marcas, argumentos que han sido utilizados en favor de la implantación externa (Jepsen *et al.*, 2002). Økland *et al.* (2001) compararon los dos métodos y obtienen mejores resultados con variables externas. Además, a menudo no es necesaria anestesia cuando las etiquetas externas están conectadas a los peces, así que el método de implantación externa tiene aún más ventajas en el corto plazo (Jepsen *et al.*, 2002) debido a que el sufrimiento de los peces se reduce al mínimo, lo que favorece a una rápida recuperación y un retorno más rápido a la actividad normal, que es de vital importancia en los estudios de comportamiento.

Entre otras ventajas importantes de la técnica de marcado externo tenemos que es fácil de usar incluso sin entrenamiento previo, es muy rápido (<2 min) y tal como se comentó no requiere anestesia.

El monitoreo acústico es también un enfoque eficaz que proporciona un esfuerzo de muestreo. Sin embargo, este método es relativamente caro, y por lo tanto, los datos pueden ser espacialmente limitados por el número y la ubicación de los receptores utilizados en el estudio.

Las especies objeto de nuestro estudio presentaron una alta movilidad, siendo mayor en el caso de los tiburones que de las rayas, pudiendo llegar a desplazarse cientos de metros diariamente y en algunos casos, en pocas horas. Debido a la elevada amplitud de los desplazamientos de estas especies, su distribución se extiende más allá de los límites de la reserva por nosotros estudiada, por lo que su protección integral requeriría ampliar el tamaño de la misma o proteger más zonas de menor tamaño pero vitales para estas especies, como

por ejemplo, zonas de cría. En este sentido la telemetría acústica podría ser un método adecuado que permite reconocer dichas zonas.

Los resultados del monitoreo acústico demuestran que *R. undulata* se mantuvo dentro de un área pequeña durante largos períodos de tiempo dentro del AMP y que *R. montagui* y *S. canicula* eran capaces de viajar largas distancias en un corto período de tiempo y no se detectaron de nuevo dentro del AMP, lo cual conlleva importantes consecuencias de cara a establecer planes de conservación para estas especies. Así, las especies del estudio utilizan el hábitat de maneras muy diferentes. *R. undulata* mostró la más alta fidelidad al sitio, permaneciendo en la zona de forma continua durante los períodos más largos de tiempo.

R. montagui salió de la reserva en intervalos más largos. No hubo diferencias entre la noche y el día, en términos de actividad. En cuanto a *S. canicula* puede cubrir grandes distancias diarias. El comportamiento espacial de *S. canicula* estudiado aquí es, por tanto, complejo y funciona a grandes escalas espaciales. Esta especie puede nadar largas distancias lo que puede estar asociado con el reclutamiento de menores, migraciones reproductivas y de alimentación. En general se sabe muy poco sobre los aspectos importantes de la biología de los Scyliorhinus, incluyendo el uso del hábitat y comportamiento.

Únicamente existe algún estudio de *S. stellaris* en las costas meridionales del Reino Unido, donde parece ocupar fondos rocosos, en su mayoría entre 20 y 65m (Wheeler, 1969; Whitehead *et al.*, 1984). Las hembras maduras son conocidas por entrar en aguas poco profundas cerca de la costa, entre marzo y septiembre para poner sus huevos (Ford, 1921; Orton, 1926). Los resultados del estudio muestran que un macho inmaduro utiliza refugios de roca principalmente durante el día y se traslada a aguas más profundas para alimentarse de noche, con observaciones adicionales de hembras inmaduras con el mismo comportamiento.

En cuanto a nuestro estudio podemos observar que salen de la ría en pocas horas por lo que se deduce que no es un hábitat adecuado para ellos. A pesar de que diferentes estudios demuestran que los machos sub-adulto y las hembras muestran un grado de comportamiento homing o filopatría a refugios (Sims *et al.*, 2001). Sims *et al.*, 2001; Sims, 2003, 2005 muestran una interesante convergencia en el comportamiento entre estas especies hermanas. En contraste a nuestros resultados, en este trabajo muestran la existencia de un comportamiento de refugio en entornos protegidos y otro comportamiento diferente en costa abierta de *S. canicula* (Sims, 2005). Además, sugiere que esta estrategia puede ser más generalizada entre los tiburones bentónicos, especialmente dentro de Scyliorhinidae.

6. CONCLUSIONES

Los elasmobranquios constituyen un grupo frecuente dentro de la RMIP Ría de Cedeira según se deduce de las entrevistas realizadas a los usuarios de esta reserva. El conjunto de pescadores y buceadores profesionales y recreativos señalaron la presencia de un total de ocho especies diferentes de elasmobranquios dentro de la reserva. No obstante, este grupo no es muy abundante según las observaciones de los propios buceadores y pescadores recreativos, y las capturas declaradas por los pescadores profesionales.

La especie más abundante dentro de la RMIP Ría de Cedeira fue la raya mosaico *R. undulata*. Esta especie habita sustratos mixtos de arena y roca en fondos someros a profundidades menores a 30m (ICES 2006), condiciones que se cumplen dentro de la reserva marina. La raya pintada *R. montagui* fue mucho menos abundante en el interior de la reserva ya que habita fondos mixtos de arena y roca pero a mayores profundidades (entre 100 y 500m), hábitat presente fuera de los límites de la reserva, ya que la profundidad máxima dentro de la reserva es de 35 m.

La escasa o nula presencia de *S. canicula* en el interior de la RMIP Ría de Cedeira, puede deberse a que no existen hábitats adecuados para estas especies. *S. canicula* se encuentra en fondos mixtos de arena, grava y fango a elevadas profundidades (Compagno 1984, Mytilineou *et al.*, 2005), no presentes en el interior de la reserva.

Las diferencias observadas entre la distribución y comportamiento de las rayas, las cuales predominaron en el interior de la reserva, y la del tiburón pintarroja *S. canicula*, el cual salió rápidamente de la reserva tras ser liberado, podrían estar relacionadas, al menos en parte, con su alimentación, ya que las rayas se alimentan principalmente de crustáceos y peces (Ellis *et al.*, 2007), mientras que *S. canicula* presenta una alimentación más variada, incluyendo varios tipos de invertebrados (poliquetos, crustáceos y moluscos) y peces (Ellis *et al.*, 2009). Sin embargo, dado que el periodo que ha durado este estudio coincide con parte de la época de reproducción de las especies estudiadas, sus movimientos también podrían estar relacionados con el apareamiento y con la parte del desarrollo embrionario que transcurre dentro del útero.

Las rayas mosaico a diferencia del resto de elasmobranquios, éstas tienen por preferencia los hábitats situados más internos en la ría. Todo indica que las rayas mosaico encuentran hábitats adecuados dentro de la ría para reproducirse, alimentarse y refugiarse. Dentro de la ría no hay aparentemente una zona clara de preferencia, aunque la mayoría de las rayas tienen un mayor número de detecciones en los receptores que se encuentran en frente de la playa de Vilarrube.

Las rayas pintada a diferencia de las raya mosaico tiene preferencia por las zonas situadas más cerca de los receptores externos. Aunque sólo se han podido marcar dos ejemplares, ambas rayas tienen un comportamiento más parecido a las pintarrojas, saliendo en pocas horas al exterior de la RMIP de la ría de Cedeira.

Todas las pintarrojas tienen el mismo comportamiento. Poco después de ser liberados toman el camino hacia el exterior de la reserva. Se puede observar como los primeros minutos de ser liberados en el puerto de Cedeira son detectados por los receptores más próximos a este que se encuentran más en el interior de la ría. Pocas horas después e incluso en algún caso al cabo de algunos pocos minutos, pasan a los que se encuentran en la zona más externa. Algunos de ellos realizan previamente algunos viajes de los receptores más internos a los más externos, pero finalmente van de los más internos a los externos para finalmente salir fuera de la ría. Esto parece lógico puesto que las pintarrojas han sido pescadas fuera de la ría por lo que no encuentran hábitats adecuados dentro de ella y en el mismo momento que son liberados buscan la salida hacia el exterior, probablemente en busca de mayor profundidad. Otra clara diferencia entre las pintarrojas y las raya mosaico son el número de detecciones, esto es lógico ya que las pintarrojas abandonan la ría el mismo día que son liberados.

En las entrevistas hechas deducíamos que había más abundancia de rayas en la zona Punta O Catrelo y O Cabalón, donde todas las rayas han sido pescadas; esta zona correspondería al receptor C04 y próximo al C06. Sin embargo, el receptor C06 es uno de los que menos detecciones tiene, a excepción de las rayas mosaico ID18514 y ID18526. Sin embargo, falta por descargar los datos del receptor C04 que es el que nos indicaría sí efectivamente las rayas tienen por preferencia zonas situadas cerca de O Cabalón y Punta O Catrelo, afirmando por lo tanto lo dicho por los pescadores y buceadores en las entrevistas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abecasis D, Erzini K (2008) *Site fidelity and movements of gilthead sea bream (Sparus aurata) in a coastal lagoon (Ria Formosa, Portugal)*. Estuar Coast Shelf Sci 79:758–763.
- Afonso P, Fontes J, Holland KN, Santos RS (2008) *Social status determines behaviour and habitat usage in a temperate parrotfish: implications for marine reserve design*. Mar Ecol Prog Ser 359: 215–227.
- Afonso P, Fontes J, Santos RS (2011) *Small marine reserves can offer long term protection to an endangered fish*. Biol Conserv 144: 2739–2744.
- Börger L, Dalziel BD, Fryxell JM (2008) *Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review of prospects for future research*. Ecol Lett 11: 637–650

- Burt WH (1943) *Territoriality and home range concepts as applied to mammals*. J Mammal 24: 346–352.
- Campos, B.R., Fish, M.A., Jones, G., Riley, R.W., Allen, P.J., Klimley, P.A., Cech, J.J., Kelly, J.T., (2009). Movements of brown smooth-hounds, *Mustelus henlei*, in Tomales Bay, California. Environ. Biol. Fish. 85, 3–13.
- 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.
- Cardinale M, Osio GC (2013) State of Fish Stocks and Fisheries in European Waters: Status of Mediterranean and Black Sea Resources in European Waters in 2013. European Commission Joint Research Center: Ispra.
- Carlisle, A.B., Starr, R.M., (2009). Habitat use, residency, and seasonal distribution of female leopard sharks *Triakis semifasciata* in Elkhorn Slough, California. Mar. Ecol. Prog. Ser. 380, 213–228.
- Carlson JK, Ribera MM, Conrath CL, Heupel MR, Burgess GH (2010). Habitat use and movement patterns of bull sharks *Carcharhinus leucas* determined using pop-up satellite archival tags. J Fish Biol 77: 661–675.
- Chapman MR, Kramer DL (2000). Movements of fishes with - in and among fringing coral reefs in Barbados. Environ Biol Fishes 57: 11–24.
- Claudet, J., Osenberg, C.W., Benedetti-Cecchi, L., Domenici, P., García-Charton, J.A., Pérez- Ruzafa, A., Badalamenti, F., Bayle-Sempere, J., Brito, A., Bulleri, F., Culioli, J.M., Dimech, M., Falcón, J.M., Guala, I., Milazzo, M., Sánchez-Meca, J., Somerfield, P.J., Stobart, B., Vandeperre, F., Valle, C., Planes, S. (2008). Marine reserves: size and age do matter. *Ecology Letters*, 11: 481–489.
- Coelho R, Erzini K (2006). Reproductive aspects of the undulate ray, *Raja undulata*, from the south coast of Portugal. Fisheries Research, 81, 80-85.
- Collins AB, Heupel MR, Motta PJ (2007) Residence and movement patterns of cownose rays *Rhinoptera bonasus* within a south-west Florida estuary. J Fish Biol 71: 1159–1178.
- Compagno, L. J. V. 1984a. 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**(1): 1–249. 1984b. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the World: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2: Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.*, **125**(2): 251–655.
- Conrath, C.L., Musick, J.A., (2010). Residency, space use and movement patterns of juvenile sandbar sharks (*Carcharhinus plumbeus*) within Virginia summer nursery area. Mar. Freshw. Res. 61, 223–235.
- Cortés E., 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J. Mar. Sci.*, 56: 707-717.

- Ellis, J., Ungaro, N., Serena, F., Dulvy, N., Tinti, F., Bertozzi, M., Pasolini, P., Mancusi, C. & Noarbartolo di Sciara, G. 2007. *Raja montagui*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 September 2014.
- Ellis, J., Serena, F., Mancusi, C., Haka, F., Morey, G., Guallart, J. & Schembri, T. (2009). *Scyliorhinus stellaris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <www.iucnredlist.org>.
- Fabrizio, M.C. and J.P. Pessutti. – 2007. Long-term effects and recovery from surgical implantation of dummy transmitters in two marine fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 351: 243-254.
- FAO (2014) Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service.
- Ferretti F, Worm B, Britten GL, Heithaus MR, Lotze HK (2010) Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecol Lett* 13: 1055–1071.
- Ford, E., (1921). A contribution to our knowledge of the life-histories of the dogfishes landed at Plymouth. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 12, 468–505.
- George, G.J. – (2007). *Acoustic tagging of black drum on Louisiana oyster reefs: movements, site fidelity, and habitat use*. MsC thesis, Louisiana Stat. Univ.
- Gibson C, Valenti SV, Fordham SV, Fowler SL (2008). The Conservation of Northeast Atlantic Chondrichthyans: Report of the IUCN Shark Specialist Group Northeast Atlantic Red List Workshop. Newbury: Nature Bureau. Available at <http://iucnssg.org/index.php/regional-status-report/>.
- Golet, W.J., D.A. Scopel, A.B. Cooper and W.H. Watson. – (2006). Daily patterns of locomotion expressed by American lobsters (*Homarus americanus*) in their natural habitat. *J. Crustacean Biol.*, 22: 610-620.
- Halpern BS (2003). The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecol Appl* 13: 117–137.
- Halpern BS, Warner RR (2003) Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 270: 1871–1878.
- Hamlett WC, Kormanik G, Storrie M, Stevens B, Walker TI. (2005). Chondrichthyan parity, lecithotrophy and matrotrophy. In: W.C. Hamlett (ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras*, pp 395-434. Science Publishers Inc, USA.
- Heupel, M.R., Simpfendorfer, C.A., (2005). Quantitative analysis of aggregation behavior in juvenile blacktip sharks. *Mar. Biol.* 147, 1239–1249.
- ICES (2006). Report of the Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF). International Council for the Exploitation of the Sea, Copenhagen.
- IUCN (2014). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2 <www.iucnredlist.org> Downloaded on 31 July 2014. Jacoby DM, Croft DP, Sims DW (2012). Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. *Fish and Fisheries*, 13, 399-417.

- Jepsen, N., A. Koed, E.B. Thorstad and E. Baras. – 2002. Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? *Hydrobiologia*, 483: 239-248.
- Jirik, K. 2009. Influence of temperature on the habitat use and movement patterns of round stingrays in a southern California estuary. M.Sc.Thesis, California State University, Long Beach.
- Jorgensen, S.J., D.M. Kaplan, A.P. Klimley, S.G. Morgan, M.R. O'Farrell and L.W. Botsford. – 2006. Limited movement in blue rockfish *Sebastes mystinus*: internal structure of home range. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 327: 157-170.
- Kearney, R.E. – 1989. Tagging—solution or problem. In: D.A. Handcock (ed.), *Australian Society for Fish Biology tagging workshop*, pp. 208. Proceedings no. 5, Aust. Govt. Publ. Serv., Canberra.
- Kitchell J.F., Essington T.E., Boggs C.H., Schindler D.E., Walters C.J., 2002, The role of sharks and longline fisheries in a pelagic ecosystem of the central Pacific. *Ecosystems* 5, 202-216.
- Lowe, C.G., Bray, R.N., (2006). Fish movement and activity patterns. In: Allen, L.G., Pondella, D.J., Horn, M.H. (Eds.), *The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters*. University of California Press, Berkeley, California, pp. 119–148.
- Moura T, Figueiredo I, Farias I, Serra-Pereira B, Coelho, Erzini K, Neves A, Gordo LS (2007) The use of caudal thorns for ageing *Raja undulata* in the Portuguese continental shelf in relation with its reproductive cycle. *Marine and Freshwater Research*, 58, 983-992.
- Murphy, H.M. and G.P. Jenkins. – 2010. Observational methods used in marine spatial monitoring of fishes and associated habitats: a review. *Mar. Freshwater Res.*, 61: 236-252.
- Myers, R.A. and B. Worm. – 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423: 280-283.
- Myers, R.A., J.K. Baum, T.D. Shepherd, S.P. Powers and C.H. Peterson. – 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315: 1846-1850.
- Mytilineou C, Politou CY, Papacostantinou C, Kavadas S, D'onghia G, Sion L (2005) Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belgium Journal Zoology*, 135, 229–233.
- Navia AF, Cortés E, Mejía-Falla PA. 2010. Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishes: A food web study on the Gulf of Tortugas, Colombia. *Ecol. Model.* 221:2918–2926.
- Navia AF, Torres A, Mejía-Falla PA, Giraldo A. 2011. Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the feeding ecology of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchs: Myliobatiformes). *J. Fish Biol.* 78: 1213–1224.

- Navia, A.F., E. Cortés, F. Jordán, V.H. Cruz-Escalona & P.A. Mejía-Falla. 2012. Changes to marine trophic networks caused by fishing, 417-452. In: Mahamane, A. (Ed.) Diversity of Ecosystems. Intech, Croatia.
- Økland, F., C.J. Hay, T.F. Næsje, E.B. Thorstad and N. Nickandor. – 2001. Movements and habitat utilisation of radio tagged carp (*Cyprinus carpio*) in a reservoir in the Fish River, Namibia. *NINA-NIKU Project Report*, 13: 1-28.
- Orton, J.H., 1926. A breeding ground of the nursehound (*Scyliorhinus stellaris*) in the Fal Estuary. *Nature*, London, 118, 732.
- Papastamatiou YP, Lowe CG (2012). Long-term movement patterns and trophic ecology of blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*) at Palmyra Atoll. *J Exp Mar Biol Ecol* 386:94–102
- Pastor, J., Verdoit-Jarayaa, M., Astrucha, P., Dalias, N., Pasquala, J.-S., Saragonia, G., Lenfant, P., 1988. Acoustic telemetry survey of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) in the Marine Reserve of Cerbère-Banyuls: infirmations on the territoriality of this emblematic species. *C. R. Biol.* 332, 732–740.
- Powell RA (2000) Animal home ranges, territories and home range estimators. In: Boitani L, Fuller TK (ed) *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York, NY, p 65–103.
- Rooper, C.N., Gunderson, D.R., Armstrong, D.A., 2006. Evidence for resource partitioning and competition in nursery estuaries by juvenile flatfish in Oregon and Washington. *Fish. Bull.* 104, 616–622.
- Schindler D.E., Essington T.E., Kitchell J.F., Boggs C.H., Hilborn R., 2002, Sharks and tunas: fisheries impacts on predators with contrasting life histories. *Ecol. Appl.* 12, 735-748.
- Sims, D.W., 2003. Tractable models for testing theories about natural strategies: foraging behaviour and habitat selection of free-ranging sharks. *Journal of Fish Biology*, 63, Supplement A, 53^73.
- Sims, D.W., Nash J.P. & Morritt, D., 2001. Movements and activity of male and female dogfish in a tidal sea lough: alternative behavioural strategies and apparent sexual segregation. *Marine Biology*, 139, 1165^1175.
- Sims, D. W., Southall, E. J., Wearmouth, V. J., Hutchinson, N., Budd, G. C., & Morritt, D. (2005). Refuging behaviour in the nursehound *Scyliorhinus stellaris* (Chondrichthyes: Elasmobranchii): preliminary evidence from acoustic telemetry. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(05), 1137-1140.
- Shillinger, G.L., Di Lorenzo, E., Luo, H., Bograd, S.J., Hazen, E.L., Bailey, H. and Spotila, J.R. (2012) On the dispersal of leatherback turtle hatchlings from Meso-American nesting beaches. *Proceedings of the Royal Society B*, 279: 2391-2395.
- Speed CW, Meekan MG, Field IC, McMahan CR, Stevens JD, McGregor F, Huvneers C, Berger Y, Bradshaw CJA (2011) Spatial and temporal movement patterns of a multi-species coastal reef shark aggregation. *Mar Ecol Prog Ser* 429:261–275

- Stevens J. D., R. Bonfil, N. K. Dulvy and P. A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, **57**(3): 476–494.
- Wang M, Grimm V (2007) Home range dynamics and population regulation: an individual-based model of the common shrew *Sorex araneus*. *Ecol Model* 205: 397–409.
- Wilson, K.A., Underwood E.C., Morrison S.A. et al. (2009). Conserving biodiversity efficiently: what to do, where, and when. *PLoS Biol* 5, e223 doi:10.1371/journal.pbio.0050223.
- Winter J (1996) Advances in underwater biotelemetry. In: Murphy BR, Willis DW (eds) *Fisheries techniques*, 2nd edn. American Fisheries Society, Bethesda, MD, p 555–590.
- Wheeler, A., 1969. *The fishes of the British Isles and north west Europe*. London: Macmillan.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. & Tortonese, E., ed., 1984. *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. I. Rome: Unesco.
- (www.sharktrust.org /ID)