ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/343555316

LA ECOLOGÍA ESPACIAL DE PECES COSTEROS Y LA GESTIÓN DEL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO TERRESTRE DAS ILLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

Technical Report · July 2020

DOI: 10.13140/RG.2.2.20995.73768

CITATIONS
0

READS
110

4 authors:



Gonzalo Mucientes
Spanish National Research Council
54 PUBLICATIONS **728** CITATIONS
SEE PROFILE



Katharina Leeb
Spanish National Research Council
2 PUBLICATIONS **1** CITATION
SEE PROFILE



Manuel E. Garcí
Spanish National Research Council
40 PUBLICATIONS **280** CITATIONS
SEE PROFILE



Alexandre Alonso-Fernández
Spanish National Research Council
58 PUBLICATIONS **817** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

CEFAPARQUES View project

Galician Small Scale Fisheries View project

All content following this page was uploaded by Gonzalo Mucientes on 10 August 2020.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

LA ECOLOGÍA ESPACIAL DE PECES COSTEROS Y LA GESTIÓN DEL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO TERRESTRE DAS ILLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

Gonzalo Mucientes Sandoval, Katharina Leeb,
Manuel E. García Blanco y Alexandre Alonso Fernández

TAC
TELEMETRÍA ACÚSTICA DEL COMPORTAMIENTO

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS

PARQUE NACIONAL MARÍTIMO TERRESTRE
DAS ILLAS ATLÁNTICAS
DE GALICIA

Instituto de Investigaciones Marinas | Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC) | C/ Eduardo Cabello, 6 | Vigo (Pontevedra) Spain
Contacto: alex@iim.csic.es

Proyecto Monitoreo con Telemetría Acústica del Comportamiento de especies costeras y evaluación de la protección ejercida por un área marina protegida (TAC) con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP. Con la colaboración del Parque Nacional-Marítimo Terrestre das illas Atlánticas de Galicia.

Gobierno de España · Ministerio para la Transición Ecológica · Fundación Biodiversidad

PROGRAMA pleamar

Unión Europea
Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)

INTEMARES

Acerca de este documento

La presente guía es el fruto del trabajo realizado durante el proyecto de investigación Monitoreo con Telemetría Acústica del Comportamiento de especies costeras y evaluación de la protección ejercida por un área marina protegida (TAC). El grupo de Ecología Pesquera del Departamento de Ecología y Recursos Marinos del Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC) lideró desde el 2019 el proyecto TAC con la colaboración del Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia (PNMTIAG).

El proyecto TAC se basa en la aplicación de técnicas de telemetría acústica para el seguimiento del movimiento y comportamiento de especies de peces costeros en el entorno del archipiélago de las Islas Cíes. Esta red fija de monitoreo ha supuesto una oportunidad única para entender el papel que el archipiélago juega en la ecología espacial de algunas de las especies de peces costeros más emblemáticos de los fondos gallegos. A través de este proyecto se ha establecido una red fija de observación del comportamiento y movimiento de organismos marinos en el PNMTIAG convirtiéndolo en un laboratorio de experimentación natural único. Actualmente esta red formará parte de la iniciativa de investigación europea European Tracking Network (ETN).

Los resultados aquí presentados muestran que las especies marinas estudiadas presentan diferente comportamiento espacial en el PNMTIAG. Se observaron especies altamente sedentarias que desarrollan prácticamente la totalidad de su ciclo vital en aguas del parque nacional como puede ser la maragota, *Labrus bergylta* Ascanius 1767, mientras que otras muestran cierta estacionalidad en su presencia en áreas muy concretos del parque como puede ser la raya mosaico, *Raja undulata* (Lacepède, 1802). Por otro lado, la actividad de estas especies varía en ciclos diarios determinados por su comportamiento. Entender estos aspectos de la ecología espacial de especies relevantes para el PNMTIAG es clave para lograr un diseño adecuado y una gestión efectiva basada en el conocimiento científico. En definitiva, este documento pretende ser una breve guía práctica que facilite la transferencia del conocimiento generado a partir del proyecto de investigación TAC tanto a los gestores de este espacio natural como para cualquier persona que quiere se sienta traída por la gestión de espacios naturales protegidos.

TAC
TELEMETRÍA ACÚSTICA
DEL COMPORTAMIENTO

1 ECOLOGÍA ESPACIAL Y CONSERVACIÓN

Todos los aspectos de la biología y ecología de las especies animales se desarrollan en el tiempo y en el espacio. Por lo tanto, el estudio del papel que juegan los patrones espacio-temporales en los procesos ecológicos (como la dinámica poblacional, interacciones entre especies o procesos de dispersión que finalmente afectan a su distribución) es vital para lograr una gestión eficiente y sostenible de los recursos y conservación de especies vulnerables. Para ello se deben considerar algunos aspectos fundamentales que forman parte de la ecología espacial en el medio marino, una disciplina en claro crecimiento a lo largo de las últimas décadas.

Los animales se mueven por diferentes motivos como la búsqueda de alimento, evitar predadores, comportamiento reproductivo, búsqueda de refugio, etc. A través de estos movimientos, muchos de ellos con un patrón estacional, se produce un transporte de nutrientes, biomasa y energía a través de distintos hábitats e incluso entre ecosistemas. A su vez, estos movimientos están directa o indirectamente afectados por variaciones en las condiciones medioambientales y el estado fisiológico, endocrino y energético del individuo. Todo esto determina en último término la estructura de las poblaciones y de los ecosistemas, manteniendo la función de los mismos y su productividad.

1 ECOLOGÍA ESPACIAL Y CONSERVACIÓN

La actividad humana también ejerce un impacto significativo en los ecosistemas costeros y por lo tanto afectando en diferentes maneras a las poblaciones que allí residen. El tráfico marítimo, la pesca (ya sea recreativa o profesional), las actividades náuticas de recreo, las actividades portuarias o el reciente desarrollo de las energías renovables en regiones offshore son algunos de los múltiples factores que pueden impactar en menor o mayor medida a la ecología espacial de las poblaciones. Esto pone de manifiesto la necesidad de gestionar nuestras regiones costeras de manera más coherente y de forma integral.

En este contexto, el estudio de la ecología espacial de las poblaciones de especies móviles que habitan nuestras costas (incluyendo los recursos pesqueros) supone una fuente de información especialmente útil para planificación espacial marítima, cuyo objetivo es garantizar que las actividades humanas en el mar se realicen de manera eficiente, segura y sostenible. Tal es su relevancia que desde la Unión Europea se ha adoptado una legislación para crear un marco común para la planificación espacial marítima en Europa.

ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS

Dentro de la estrategia de la planificación espacial marítima, las áreas marinas protegidas (AMPs) son una herramienta clave utilizada en la gestión espacial. Existen muchas formas de AMPs desde grandes áreas zonificadas para múltiples usos a pequeñas reservas marinas vedadas a la pesca. Todas tienen el mismo objetivo que consiste en limitar el impacto negativo de las actividades antropogénicas en ecosistemas marinos concretos situados en un área bien definida. De esta manera se pretende no solo proteger la biodiversidad y sostenibilidad de las poblaciones en dentro del espacio protegido, sino lograr una exportación de los beneficios a zonas adyacentes.

Las AMPs deben incluir objetivos y metas de conservación concretos perfectamente definidos. En regiones donde la actividad pesquera tiene una importancia socioeconómica importante para las localidades costeras, el objetivo de las AMPs puede y debe ir orientado a lograr la sostenibilidad de los recursos pesqueros y marisqueros. Para ello es esencial incorporar todo el conocimiento científico relevante sobre la biología y ecología espacial de las especies objetivo, además de incluir consideraciones socioeconómicas y culturales. Todo ello debe ir reflejado en un plan exhaustivo de gestión a medio-largo plazo.

La gobernanza de las AMPs varía mucho y se relaciona con los actores participantes; esta puede estar supeditada al control completo de la administración estatal hasta la co-gestión mucho más local. Las medidas de gestión pueden incluir vedas temporales, vedas espaciales, prohibiciones de artes de pesca, cumplimiento de tallas mínimas, capturas máximas, entre otras muchas. Pero en último término, la eficacia de AMP depende de la superposición entre sus áreas de protección espacial y los movimientos y hábitats críticos de los organismos objeto de protección. Los patrones de comportamiento, uso del espacio y hábitats preferentes son específicos de la especie por lo que la efectividad de un AMP variará dependiendo de los organismos marinos que estudiemos.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN AMP

En términos generales, las características principales que determinan la selección de una zona candidata para ser un AMP para ofrecer protección a una especie concreta se pueden resumir en:

- **Residencia y fidelidad a un sitio (estancia en un área particular).**
- **Filopatría (regreso en repetidas ocasiones a un área particular).**
- **Hábitat crítico (importante para una especie en concreto, por ejemplo, zonas de reproducción, cría, o alimentación).**



CONDICIONES DE UNA AMP EFECTIVA

En definitiva, un AMP efectiva debe cumplir las siguientes condiciones esenciales:

- **Una buena definición de sus metas y objetivos**
- **Tamaño, ubicación, y diseño adecuado para alcanzar dichos objetivos.**
- **Un plan de gestión adecuado a sus objetivos.**
- **Limites claramente definidos, acordados y legislados de manera justa.**
- **El apoyo de los principales actores locales, particularmente pescadores.**
- **Recursos y la capacidad para implementación del plan de gestión y control.**



CONSIDERACIONES PARA LOGRAR RESULTADOS EFECTIVOS DE CONSERVACIÓN

Por otro lado, se deben considerar las necesidades sociales y económicas de los sectores afectados por un AMP para poder lograr resultados efectivos de conservación. Los actores principales deben participar desde las etapas iniciales de planificación y durante el proceso de diseño y gestión, dado que el AMP debe regular y modificar sus comportamientos. Es particularmente importante entender cuál es la percepción del AMP por parte de los usuarios habituales de la zona candidata. Los perjuicios indirectos generados por la implantación de un AMP en las comunidades locales afectadas deben recibir una compensación justa. También se debe tomar en cuenta la capacidad de resiliencia de las personas – su poder para afrontar y adaptar al cambio externo. Es probable que esto varíe entre individuos y grupos demográficos. Finalmente, desde un punto de vista ecológico, la efectividad de un AMP depende en gran medida del cumplimiento por parte de las personas implicadas de la normativa relacionada. Por lo tanto, es imprescindible una estrategia de comunicación para informar a los actores principales, crear confianza y responsabilidad, y aumentar participación que favorezcan una gobernanza y gestión efectiva de un AMP.

Finalmente, resulta imprescindible realizar seguimiento continuo del impacto del AMP en las poblaciones naturales para evaluar la eficacia del diseño y de las medidas de gestión implantadas, y, si es el caso, adaptarlas. En este sentido son cruciales los planes de monitoreo. La tecnología puede ayudar en este sentido. En el caso de la ecología espacial de los organismos marinos, existen diferentes metodologías que ya se están empleando actualmente.

2 TELEMETRÍA ACÚSTICA Y SU APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS MARINOS

La inmensidad, complejidad y difícil accesibilidad de los sistemas acuáticos han dificultado en gran medida el acceso y procesado de información sobre los movimientos de animales que en ellos habitan. Son varias las aproximaciones que se han venido utilizando para el estudio de la dinámica espacial de especies en el medio acuático. Históricamente, las investigaciones sobre el comportamiento de los peces dependían en gran medida de las observaciones visuales directas o de estudios convencionales de marcado y recaptura. Aun siendo válidos, estos enfoques presentan limitaciones importantes en la interpretación del comportamiento de los peces (Bolle et al., 2005).

Por otro lado, la aplicación de técnicas de telemetría acústica ha incrementado significativamente nuestra capacidad de estudiar los movimientos de los animales y predecir sus respuestas a diferentes factores ya sean internos, por ejemplo, fisiológicos, o externos, como las variaciones ambientales. La creciente miniaturización de los equipos de telemetría acústica ha aumentado la capacidad de los científicos para investigar los patrones de movimiento y comportamiento de especies marinas (Hussey et al., 2015).

2 TELEMETRÍA ACÚSTICA Y SU APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS MARINOS

Mientras que en océano abierto la técnica más comúnmente utilizada es la telemetría satelital (dependiendo de las especies objeto de estudio), en ecosistemas costeros la telemetría acústica se ha convertido en una herramienta especialmente útil y valiosa, ya que es capaz de proporcionar repetidas estimaciones precisas de la posición del mismo individuo. La disponibilidad de receptores submarinos autónomos ha permitido el seguimiento in situ de forma continua del comportamiento y movimiento de los peces en escalas temporales que van desde días hasta años y a escalas espaciales desde el nivel local a continental (Hussey et al., 2015).

INFORMACIÓN SOBRE MOVIMIENTOS DE ESPECIES EN RELACIÓN A AMPs

En las últimas décadas,la telemetría acústica y satelital, junto con el marcado convencional, han proporcionado una gran cantidad de información sobre los movimientos de una variedad de especies de tiburones y rayas, alguna específicamente en relación a AMPs.

Esto proporciona información muy útil sobre:

- El tipo, la escala, y la duración de los movimientos.
- El tamaño y rango de hábitat (home range).
- La fidelidad al sitio.
- La conectividad.
- Condicionamiento al tipo y características del hábitat.

Algunas especies pueden mostrar movimientos definidos a lo largo de sus vidas. La información sobre la presencia de este tipo de especies en un área puede poner de relieve si será efectiva la protección espacial. La protección de hábitats críticos relacionados con la historia vital de rayas (áreas de reproducción y cría, alimentación, rutas de migración y agregaciones) contribuye especialmente a la conservación directa de algunas especies y poblaciones.

La telemetría acústica es una herramienta útil dentro de la gestión pesquera con aplicaciones directas en manejo de hábitats y áreas marinas protegidas, seguimiento y control de especies invasoras, y evaluación de poblaciones (Crossin et al., 2017). La telemetría acústica se basa en el marcaje de individuos con emisores acústicos y el fondeo, en la zona de estudio, de una red de receptores georreferenciados que detectarán y registrarán las señales emitidas por los peces cuando estén dentro de su rango de detección.

El sistema puede incluir el fondeo de emisores en posiciones conocidas que permiten monitorizar variaciones en los rangos de recepción debidos a factores ambientales, y corregir las estimas de posición a partir de los mismos.



Receptor acústico fondeado en aguas del Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia.
Foto: Manuel E. García Blanco

TELEMETRÍA ACÚSTICA EN GALICIA

El número de estudio que recurren a la telemetría acústica ha crecido exponencialmente en los últimos 30 años en todo el mundo (Hussey et al., 2015) y también en Galicia. El primer estudio de movimiento de especies de la costa gallega utilizando telemetría acústica se remonta a 1994. En este caso el estudio se centraba en entender los patrones de movimiento y uso del hábitat de la centolla, *Maja brachydactyla Balss 1922*, en la Ría de Arousa (González-Gurriarán y Freire, 1994). Este estudio concluye que a finales del verano y en otoño, los adultos comienzan movimientos altamente direccionales, orientados hacia lo zonas profundas (hasta 40 m) en el canal exterior y central de la Ría. Además, sugiere que el comienzo de esta migración puede estar relacionado con la búsqueda de aguas más profundas que sean más estables y adecuadas para el desarrollo de los procesos reproductivos.



PRIMER ESTUDIO DE TELEMATRÍA ACÚSTICA EN GALICIA APLICADA A PECES

- **Se estudiaban los movimientos de tres especies típicas del ecosistema costero de Galicia: lubina, congrio y maragota.**

- **El trabajo reveló tres marcados patrones bien diferenciados entre las tres especies.**

El primer estudio usando telemetría acústica aplicada a peces data del 2011 (Pita and Freire, 2011). En este trabajo se estudiaban los movimientos de tres especies típicas del ecosistema costero de Galicia como son la lubina, ***Dicentrarchus labrax*** (Linnaeus, 1758), la maragota, ***Labrus bergylta***, y el congrio, ***Conger conge***r (Linnaeus, 1758). El trabajo reveló tres marcados patrones bien diferenciados. Mientras que la lubina presenta comportamiento espacial complejo y a gran escala, la maragota y el congrio evidenciaron un elevado grado de sedentarismo con movimientos locales. Ya en el año 2013, Villegas-Ríos y colaboradores profundizaron en los patrones de movimiento de la maragota.

Su trabajo confirmó el carácter sedentario de esta especie, que realiza movimientos aleatorios pero dentro de un área relativamente pequeña, con un alto grado de fidelidad a una zona determinada (Villegas-Ríos et al., 2013). Demostró también la existencia de un claro patrón día y noche en la actividad de esta especie, ya que los peces se detectan con mayor frecuencia y viajan distancias más largas durante el día (Villegas-Ríos et al., 2013). Se estableció también una correlación significativa entre los patrones de actividad estacional de esta especie y los rendimientos pesqueros en la flota artesanal de Galicia, con valores más altos de captura a fines de la primavera y principios del verano, coincidiendo con el periodo de alimentación e inactividad reproductiva (Villegas-Ríos et al., 2014).



3 ISLAS CÍES COMO LABORATORIO NATURAL

Actualmente, el equipo de Ecología Pesquera del IIM-CSIC lidera los trabajos de ecología espacial mediante telemetría acústica aplicados en peces en el ecosistema costero de Galicia. Este trabajo se desarrolla principalmente dentro del proyecto TAC. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema de seguimiento para evaluar la efectividad de un área marina protegida en base al comportamiento de las especies objeto de protección o gestión. Para llevar este proyecto a cabo el IIM-CSIC cuenta con la colaboración del PNMTIAG. En esta ocasión el trabajo se centra en dos especies con rasgos vitales claramente diferenciados como son la maragota, *Labrus bergylta*, y la raya mosaico, *Raja undulata*. A su vez se registran diferentes variables ambientales (temperatura y datos de corriente) para estudiar su influencia en los patrones de movimiento y comportamiento en el entorno del PNMTIAG.

Continuando con la línea de trabajo iniciada en el proyecto TAC, el IIM-CSIC dio comienzo en diciembre de 2020 con el proyecto DESTAC (Evaluación y mejora de la supervivencia de DEScartes en la flota artesanal gallega mediante Telemetría Acústica, diciembre 2019 — Diciembre 2020). Este nuevo proyecto (del programa pleamar 2019) pretende estimar la supervivencia de algunos de los descartes de la flota artesanal gallega en el entorno de un área marina protegida e identificar mejoras técnicas para minimizar el impacto del descarte. Este proyecto se nutrirá de los avances logrados en el proyecto TAC y dará continuidad a una línea de investigación especialmente relevante para proporcionar herramientas que faciliten la consecución de una evaluación y gestión eficaz del PNMTIAG.

Trabajo a bordo durante el proyecto en aguas de las Islas Cíes.
Foto: Manuel E. García Blanco



Localizando el punto de muestreo adecuado en las Islas Cíes.
Foto: Manuel E. García Blanco

RED FIJA DE MONITOREO ACÚSTICO

El proyecto TAC ha permitido poner en funcionamiento la única red fija de telemetría acústica submarina de la franja noratlántica española para el monitoreo del comportamiento de organismos marinos. Esta red de monitoreo está incluida en la European Tracking Network (ETN). La ETN es una iniciativa paneuropea para integrar los datos existentes relativos al seguimiento de animales acuáticos en una única red, y se encuentra integrada en el contexto internacional de iniciativas ya existentes.

Esta red tiene como objetivo incluir todos los sistemas de biotelemetría animal utilizados en todos los entornos acuáticos en Europa.
En el momento de publicación de la presente guía la red fija de monitoreo está compuesta por 20 receptores acústicos que cubren un área de estudio de unas 40 Ha. de las 7.285,2 ha totales del parque nacional. El diseño de esta red permite un alto grado de solapamiento entre los rangos de detección de cada uno de los receptores permitiendo un posicionamiento de los individuos marcados con una resolución espacial de alrededor de 3 metros de error dentro del área de estudio. Los receptores trabajan en la misma frecuencia de 69 kHz en la que emiten las marcas electrónicas utilizadas para marcar los individuos bajo estudio. Por lo tanto, dicha red nos permite obtener posiciones consecutivas de un mismo individuo durante largos periodos de tiempo, hasta años, siempre y cuando se muevan en el rango de actuación de la red instalada.

3 ISLAS CIES COMO LABORATORIO NATURAL

La zona de estudio comprende diferentes hábitats incluyendo fondos arenosos, de Maerl, de cascajo y arrecifes rocosos (con fauna en roca infralitoral tipo Gorgonias). En los fondos arenosos, que recubren la mayor parte del área, se describen como forma general como arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales, la vegetación es escasa debido a la inestabilidad del sustrato. Se pueden encontrar algunas especies de algas adheridas a restos de conchas y pequeñas piedras. Los fondos de arena del archipiélago de las Islas Cíes, contienen una gran abundancia de especies. Los fondos de maërl circalitorales sobre arenas medias formadas fundamentalmente por algas calcáreas que ofrecen una estructura tridimensional que actúa de refugios permitiendo el desarrollo de una gran diversidad animal y de infauna.

Los fondos de maërl circalitorales están contemplados en la Red Natura 2000 de la Directiva Hábitat. Sus dos especies más características en el Atlántico Europeo (***Lithothamnion corallioides*** y ***Phymatolithon calcareum)***, han sido incluidas en la categoría de vulnerable en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas.

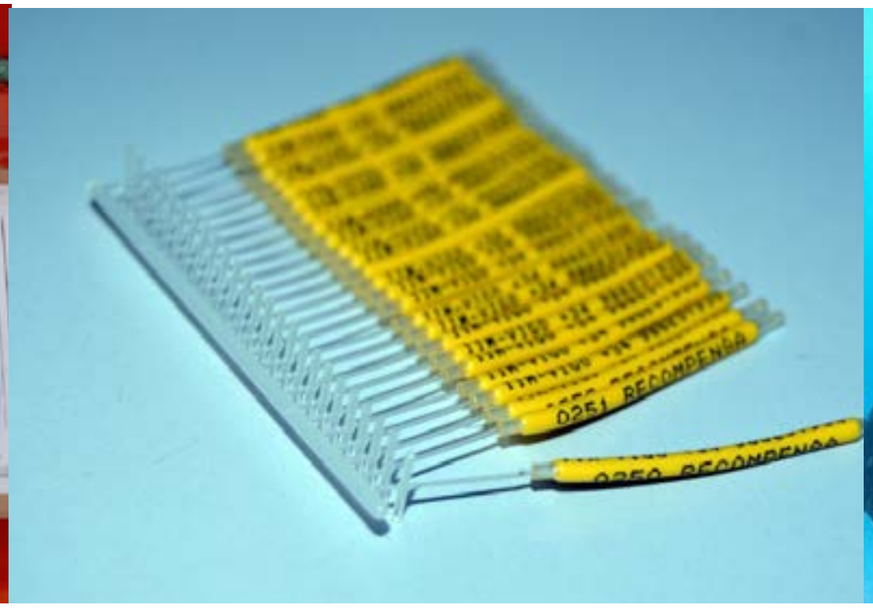
Instalación de un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) para el registro de condiciones oceanográficas en las Islas Cíes.
Foto: Manuel E. García Blanco

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

La variabilidad ambiental determina en mayor o menor grado la distribución y comportamiento de las especies. Es por este motivo que la red fija ha sido equipada en colaboración con el grupo de Ocenagrafía del IIM-CSIC con diferentes sensores encargados de recoger datos en continuo de diferentes variables oceanográficas (p. ej. temperatura, intensidad y dirección de corriente o rango de marea).

PECES COSTEROS OBJETO DE ESTUDIO





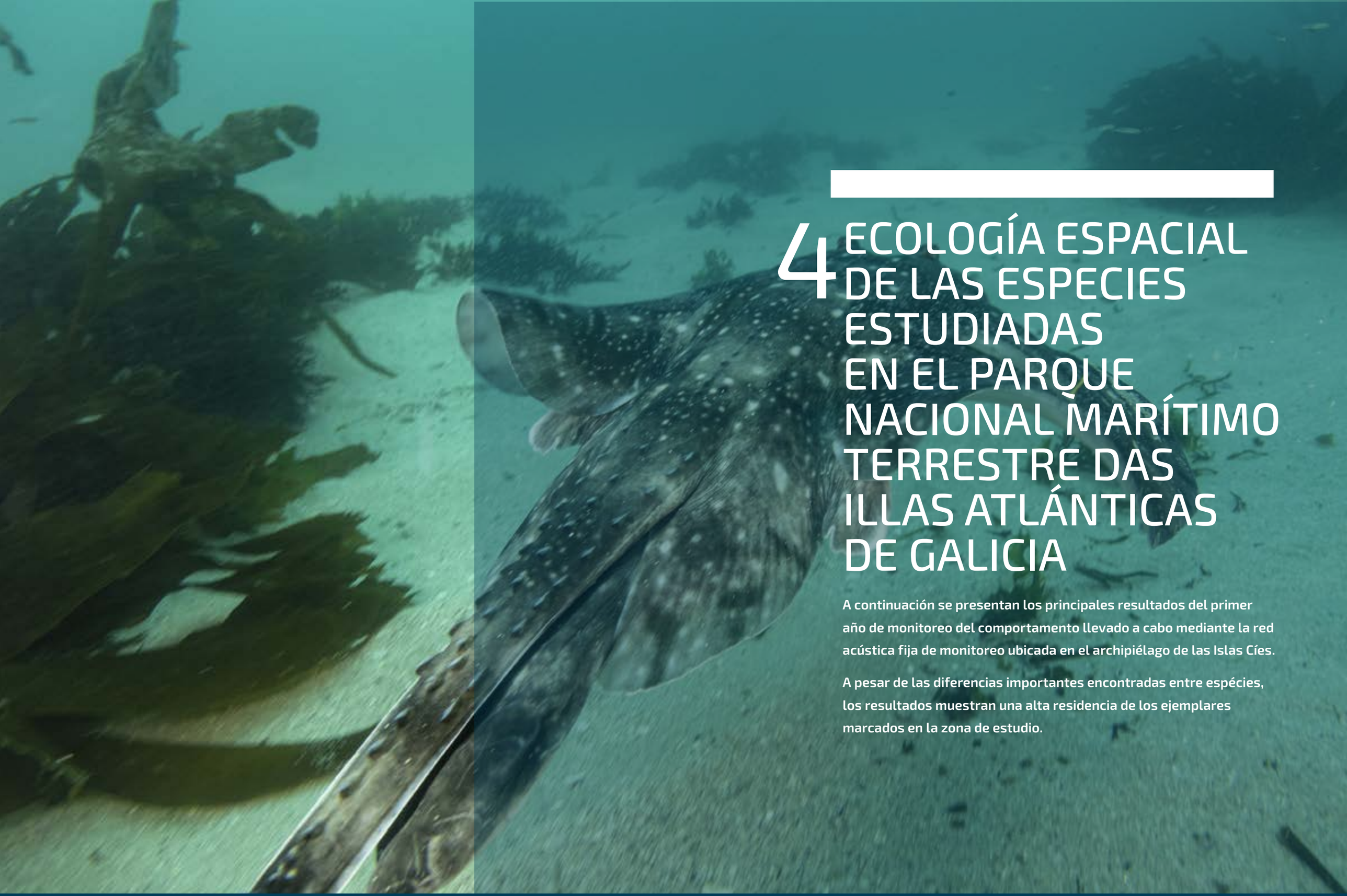


El listado de especies de peces en Galicia ha sido actualizado en varias ocasiones pero no es hasta los años 80 que se realiza un inventario exhaustivo de la ictiofauna marina de Galicia (Solórzano et al. 1988). Ya en el 2010, se incrementó el número de especies de peces registradas en aguas de Galicia de 296 especies a un total de 397 (Bañón et al. 2010). Más recientemente, en el Inventario de la biodiversidad marina de Galicia, proyecto LEMGAL de la Xunta de Galicia, el número subió hasta la 450 especies de peces. Pero el listado sigue aumentando año tras año (Bañón et al. 2018; Bañón et al 2019). Sin embargo, el estudio detallado del movimiento y comportamiento de organismos marinos como los peces mediante telemetría acústica requiere establecer prioridades de investigación ya que resulta inviable desarrollar un proyecto en el que se pretenda cubrir toda la comunidad ictiológica.

Actualmente la red de monitoreo está enfocada a estudiar los patrones espacio-temporales de movimiento y comportamiento de especies concretas. Los criterios de selección de las especies objeto de estudio responden a un balance entre los intereses de conservación, diversidad de rasgos vitales e interés como recurso pesquero. En este sentido se han seleccionado dos especies emblemáticas de los ecosistemas costeros de Galicia tanto por su abundancia relativa como por su contribución a las capturas de la flotar artesanal. Estas dos especies son el ***Labrus bergylta***, incluyendo sus dos morfotipos pinto y maragota, y la ***Raja undulata***, raya mosaico.

Además se han llevado a cabo una serie de estudios piloto con otras especies de interés que permitirán definir futuras líneas de actuación optimizando los resultados en base a estas experiencias previas. Estos estudios piloto incluyen las siguientes especies: ***Pollachius pollachius*** (Linnaeus, 1758), ***Diplodus sargus*** (Linnaeus, 1758), ***Mullus surmuletus Linnaeus***, 1758 y ***Symphodus melops*** (Linnaeus, 1758). A medida que progresen los estudios de esta red se irán incorporando nuevas especies al monitoreo como puede ser la pintarroja, ***Scyliorhinus canicula*** (Linnaeus, 1758), interesante elasmobranquio costero abundante en los fondos del PNMTIAG.

Todos los individuos bajo estudio fueron marcados con emisores acústicos que serán reconocidos a nivel individual por la red fija de monitoreo. Las marcas electrónicas fueron implantadas internamente para evitar la pérdida de la misma y asegurar el seguimiento del individuo durante todo su ciclo vital. Por este motivo y para favorecer la identificación de los individuos marcados externamente, los peces se marcaban también con marcas externas donde figura la información del proyecto y un número de contacto. Este marcado externo facilita la interacción con el sector pesquero (profesional y recreativo) que puede proporcionar información de individuos capturados fuera del rango de actuación de la red fija.



4 ECOLOGÍA ESPACIAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO TERRESTRE DAS ILLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

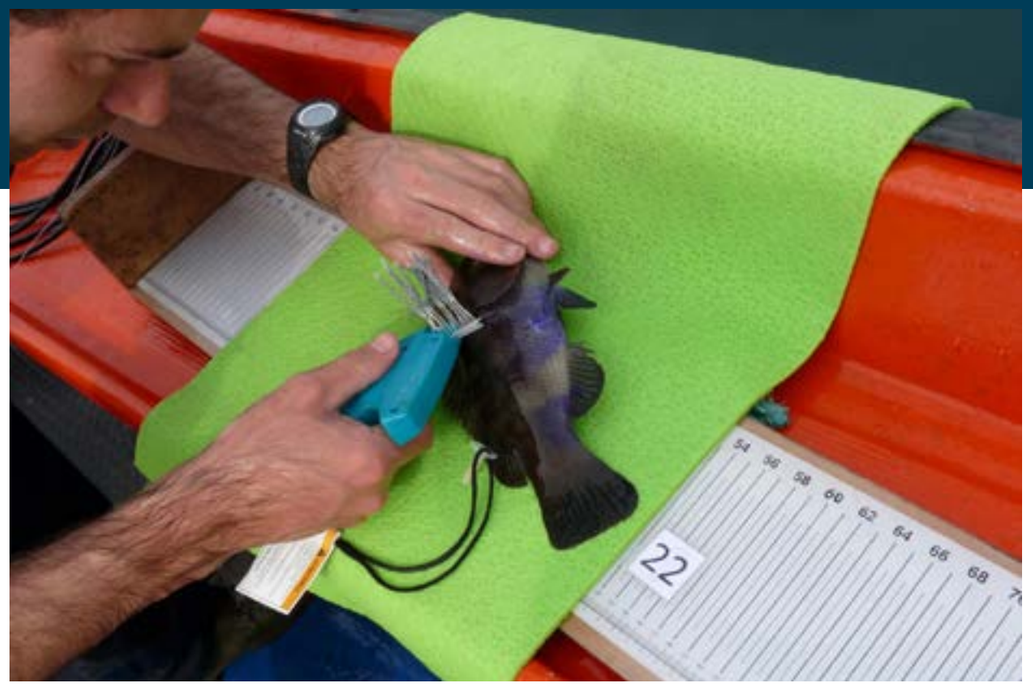
A continuación se presentan los principales resultados del primer año de monitoreo del comportamento llevado a cabo mediante la red acústica fija de monitoreo ubicada en el archipiélago de las Islas Cíes.

A pesar de las diferencias importantes encontradas entre espécies, los resultados muestran una alta residencia de los ejemplares marcados en la zona de estudio.

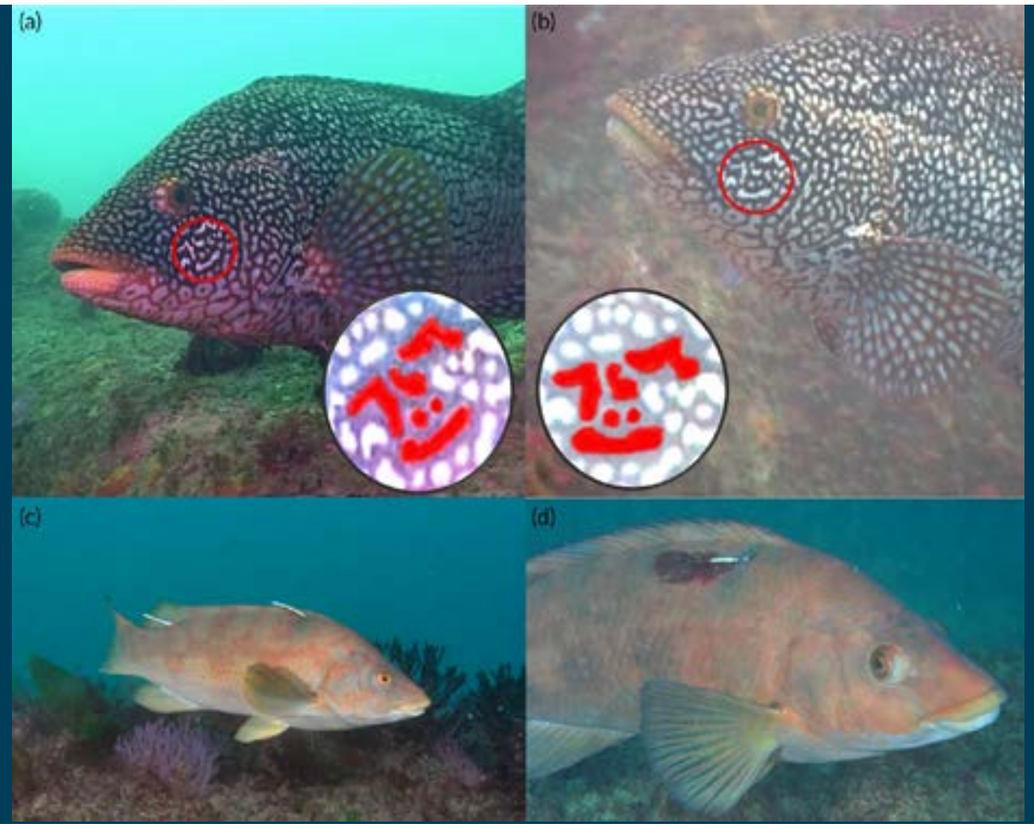
Maragota, *Labrus bergylta*

Ambos morfotipos de este especie conocidos como pinto o maragota muestran un alto gardo de residencia asociado principalmente a los arrecifes rocosos presentes en el área de estudio. Los peces marcados durante este proyecto estuvieron presentes dentro del área monitoreada por encima del 90 % del período de estudio. Esto confirma los resultados obtenidos en la misma zona en investigaciones previas (Villegas-Ríos et al. 2014; Mucientes et al. 2019).

El tiempo que esta especie permanece dentro de la zona estudiada tiene um rango de movimientos bastante limitado. El área total mínima de polígonos basada en todas las posiciones estimadas fue de alrededor de 0.13 km2, mientras que el tamaño del área vital estimado agrupando el 95% de las posiciones estimadas fue 0.09 km2; empleando el 50% de las posiciones fue 0.02 km2 (Villegas et al., 2014). Las zonas de campeo para esta especie ajustan en gran medida al contorno de los arrecifes rocosos (ver ANEXO I).



Investigador del equipo del IIM-CSIC marcando una maragota. *Foto: Alexandre Alonso Fernández.*



Se determinaron acusados patrones de movimiento día/noche en donde *L. bergylta* exhibió diferentes patrones de movimiento durante el día frente a la noche.

La mayoría de los peces fueron detectados con mayor frecuencia y viajando distancias más largas durante el día. Además, mostraron un área de campeo más grande durante el día que durante la noche. Los movimientos resultaron ser aleatorios con una alta fidelidad al sitio (Villegas et al., 2014). Destacar que esta fidelidad al lugar puede ser muy fina y mantenerse a lo largo de los años (Mucientes et al., 2019).



Raya mosaico, *Raja undulata*

La raya mosaico presenta un claro patrón estacional en cuanto a sus tiempos de residencia en la zona de estudio. El monitoreo acústico denota un paulatino abandono de la zona desde un pico de presencia en verano a valores mínimos en invierno. Este comportamiento puede responder a ciclos biológicos característicos de la especie (reproducción, alimentación, etc.) y su confirmación precisa de un seguimiento continuado a lo larga de varias estaciones. Uno de los resultados más destacables es la identificación de un área concreta de concentración de ejemplares de esta especie. Se trata de un pequeña área de arrecife de roca terminal rodeado de arena, con fuerte corriente que se incrementa con el cambio de marea. Esta zona de agregación de rayas era conocida anteriormente, pero se desconocía si los ejemplares que se observaban allí hacían un uso recurrente de esa zona o se trataba de visitas esporádicas.

Los resultados sobre el área de campeo indican una importante querencia de las rayas por esta zona al sur del islote de Viños. Es conveniente reforzar los esfuerzos de investigación en esta zona para identificar los factores que determinan la alta presencia de rayas.

El proceso de agregación en esta zona durante los meses de verano se continúa con un aparente proceso de dispersión de estos individuos hacia otros puntos de la ría, tal y como sugieren las dos recapturas obtenidas fuera de la red de monitoreo. Las recapturas corresponden a un macho capturado en marzo de 2020 en la boca norte de la Ría de Vigo y una hembra capturada en Febrero de 2020 en Monteferro, al Sur de las Islas Cíes.

La *R. undulata* mostró una fidelidad al sitio relativamente alta (índice de residencia 0,65 ± 0,22) y áreas de campeo que difieren en forma y tamaño entre el día (0.188± 0.069 km^2) y la noche (0.263 ± 0.078 km^2) (ANEXO I). El movimiento y el comportamiento están determinados principalmente por los ciclos diarios y estacionales. Si bien la presencia en el área de estudio y el tamaño del rango de campeo disminuyeron de verano a otoño, la actividad aumentó hacia mediados de septiembre y difirió entre sexos, siendo los machos más activos que las hembras. Además, Se observó un acusado patrón de actividad día/noche. Los bajos niveles de actividad durante el día se asociaron con un comportamiento de descanso, durante el cual se entierran en la arena buscando refugio en los arrecifes rocosos situados al sur del islote de Viños.

Durante la noche su actividad se desarrolla por los fondos arenosos que adyacentes a su zona de descanso, cubriendo una mayor proporción de la zona cubierta por la red acústica de monitoreo.

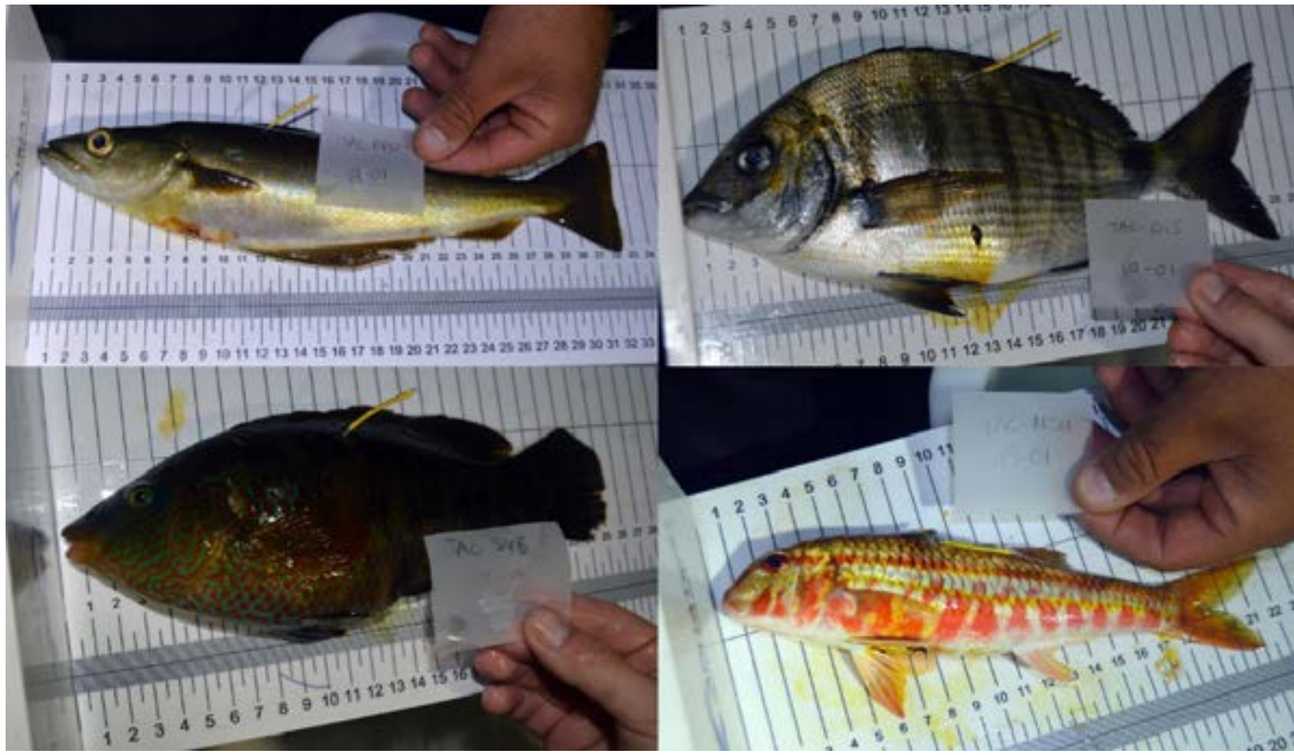


Otras especies

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron una serie de experiencias piloto con otras especies de peces de las Islas Cíes: abadejo, ***Pollachius pollachius***; salmonete de roca, ***Mullus sumurletus***; sargo, ***Diplodus sargus***, y serrán, ***Symphodus melops***. Aunque los resultados de estas experiencias no son extrapolables a la población, sirven de primera aproximación al comportamineto espacial de la especie. La investigación de patrones de movimiento individuales de una especie puede funcionar como una línea de base, identificando dificultades y contribuyendo a guiar futuros proyectos de investigación con garantías de éxito (Baeyaert et al., 2018). El resultado más destacable es la confirmación de la viabilidad de la metodología utilizada en el proyecto en las especies utilizadas, confirmando su supervivencia en el corto-medio plazo a partir de sus patrones de movimiento.

En cuanto a los patrones de movimiento se ha obtenido una primera estimación de las áreas de campeo para cada una de las especies. Mientras que el ***S. melops*** (0.048 km2) presente un rango de movimientos muy limitados en arrecifes rocosos, ***M. surmulletus*** (0.238 km2) muestra una distribución mucho mayor en toda el área de estudio. El abadejo y el sargo presentaron unos rangos de distribución intermedios (0.133 y 0.146 km2 respectivamente). Se observa además una clara asociación del sargo y el serrán a fondos rocosos mientras en el salmonete y abadejo están presentes en fondos más variados frecuentando también fondos arenosos.

Se confirma en el caso del abadejo que se trata de una especie con una distribución que supera con creces los límites del PNMTIAG. En mayo de 2020 se recibió la notificación de la recaptura por parte de un pescador recreativo del individuo marcado al sur de las Islas Cíes, en cabo Silleiro. Esta observación sugiere que los individuos jóvenes de abadejo se localizan en zonas someras de la costa buscando aguas más profundas a medida que crecen (Alonso-Fernández et al. 2014).



Ejemplares de *abadejo* (izquierda arriba), *sargo* (derecha arriba), *serrán* (izquierda abajo) y *salmonete* (derecha abajo) marcados durante el proyecto.
Foto: Alexandre Alonso Fernández

5 PAPEL DEL PARQUE NACIONAL MARÍTIMO TERRESTRE DAS ILLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA EN LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS

La efectividad de las reservas marinas depende de una serie de factores, incluidas las propiedades físicas de la reserva, la dispersión de las larvas y las características de los individuos y las poblaciones que son el objetivo de la protección. Entre los últimos, el papel del comportamiento ha recibido menos atención y se ha centrado en un número limitado de rasgos, dependiendo de la movilidad de las poblaciones objetivo. El tiempo de residencia, fidelidad al hábitat y uso del espacio son cuestiones importantes a tener en cuenta al diseñar AMP para una especie determinada.

Investigador del IIM-CSIC registrando la presencia de una *Raja undulata*.
Foto: David Villegas Ríos

El alto tiempo de residencia en zonas relativamente pequeñas es un comportamiento típico entre los peces asociados a los arrecifes y se ha documentado para muchas familias de peces diferentes (por ejemplo, Labridae y Serranidae) en diferentes escalas de tiempo, desde días (23 días para *Xyrichtys novacula*, Alós et al., 2012a) hasta años años (hasta 5 años para *Epinephelus marginatus*, Afonso et al., 2011). Nuestros resultados confirman el comportamiento sedentario de L. *bergylta*, ya sugerido en estudios previos (Villegas et al. 2013; Mucientes et al. 2019). Además, se han documentado por primera vez tiempos de residencia prolongados durante los meses de verano para *R. undulata*. Mientras que L. *bergylta* permanece en la zona de estudio durante todo el año, los estudios realizados en el parque indican una presencia con un marcado carácter estacional para la *R. undulata*.

Estos hallazgos tienen fuertes implicaciones en cuanto al papel que puede jugar el parque en cuanto a protección espacial para estas especies, ya que no solo tienen en cuanta el componente espacial, sino que se considera también la variación temporal.

La fidelidad al hábitat y al sitio son evidentes para estas dos especies. Ambas especies tienen hábitats bien definidos de uso del especio. Por un lado la maragota limita sus movimiento a los arrecifes rocosos mientras que la raya mosaico hace un uso más extenso de los fondos arenosos. Además, los pintos y maragotas muestran un rango de movimientos pequeño a nivel individual, centrados en una zona pequeña dentro de los arrecifes rocosos, mostrando incluso comportamientos territoriales marcados en determinadas épocas del año (Villegas-Ríos et al. 2014; Mucientes et al. 2019). Las rayas tienen un área de campeo mucho más amplia que incluye el resto de fondos de la Ría de Vigo. Sin embargo, los trabajos del proyecto TAC han identificado un área de agregación para esta especie en una zona muy concreta del parque al cual muestran una clara fidelidad desde finales de primavera a principios de otoño. Todavía están por confirman los motivos de estas agregaciones concretas (reproducción, alimentación, etc.); pero sin duda es una información valiosísima para gestión de este recurso.

Por otro lado, se han demostrado patrones de actividad opuestos en estas dos especies. Mientras que el pinto/maragota tiene patrones de actividad diurnos (descansa de noche, Villegas-Ríos et al. 2013) la raya tiene hábitos netamente nocturnos. Particularmente la raya mosaico, se mantiene en reposo semienterrada en fondos arenosos durante las horas centrales del día.

La probabilidad de captura por artes de pesca pasiva (por ejemplo, redes de enmalle) es directamente proporcional a la probabilidad de que el pez coincida en el espacio con los aparejos, lo que a su vez depende de la distancia recorrida por el pez, es decir, por su actividad. Otros factores como el tamaño o el sexo influyen en la actividad. En el caso de las maragotas/pintos son los ejemplares más jóvenes los más activos, los peces pequeños serán más propensos a ser capturados porque se mueven más activamente pero solo cuando alcanzan el umbral de tamaño del arte.
Las rayas mosaico macho son más activas lo que podría afectar a la proporción de sexos de la captura. Estos resultados demuestran patrones complejos de capturabilidad condicionados por las características del comportamiento para cada especie, sujetas a su vez a variaciones temporales (Alós et al. 2012b; Villegas-Ríos et al. 2014).

Los resultados del presente trabajo sugieren que el PNMTIAG (Islas Cíes en concreto) podría jugar un papel importante dentro del ciclo vital de de la *R. undulata*. Una pequeña fracción de los fondos del parque pueden proteger efectivamente a estas especies en diferentes momentos de su ciclo vital. Esta información debe ser considerada en el diseño y adaptación de cualquier medida de gestión propuesta para cualquiera de las especies mencionadas.

Además, resulta imprescindible mantener una comunicación adecuada con los actores implicados adaptando las medidas a la realidad de los usos habituales de estas aguas favoreciendo su compatibilidad de los objetivos de conservación, creando confianza y responsabilidad para favorecer una gobernanza y gestión efectiva.
Quedan muchos interrogantes en cuanto a los factores que determinan la presencia y uso de los fondos del parque para estas especies marinas. La metodología utilizada en el proyecto TAC (telemetría acústica submarina) se ha demostrado una herramienta idónea para el estudio de los patrones de movimiento de los organismos marinos que habitan en el PNMTIAG. Establecer una red fija de monitoreo como la actual permite llevar a cabo estudios de la variabilidad conductual que proporcione información detallada que ayude a tomar decisiones sólidas sobre el diseño se las herramientas de gestión y control del PNMTIAG.

Además, permitirá estudiar la respuesta de las poblaciones a cualquier medida de manejo o ante impactos naturales y de origen humano y evaluar su eficacia.



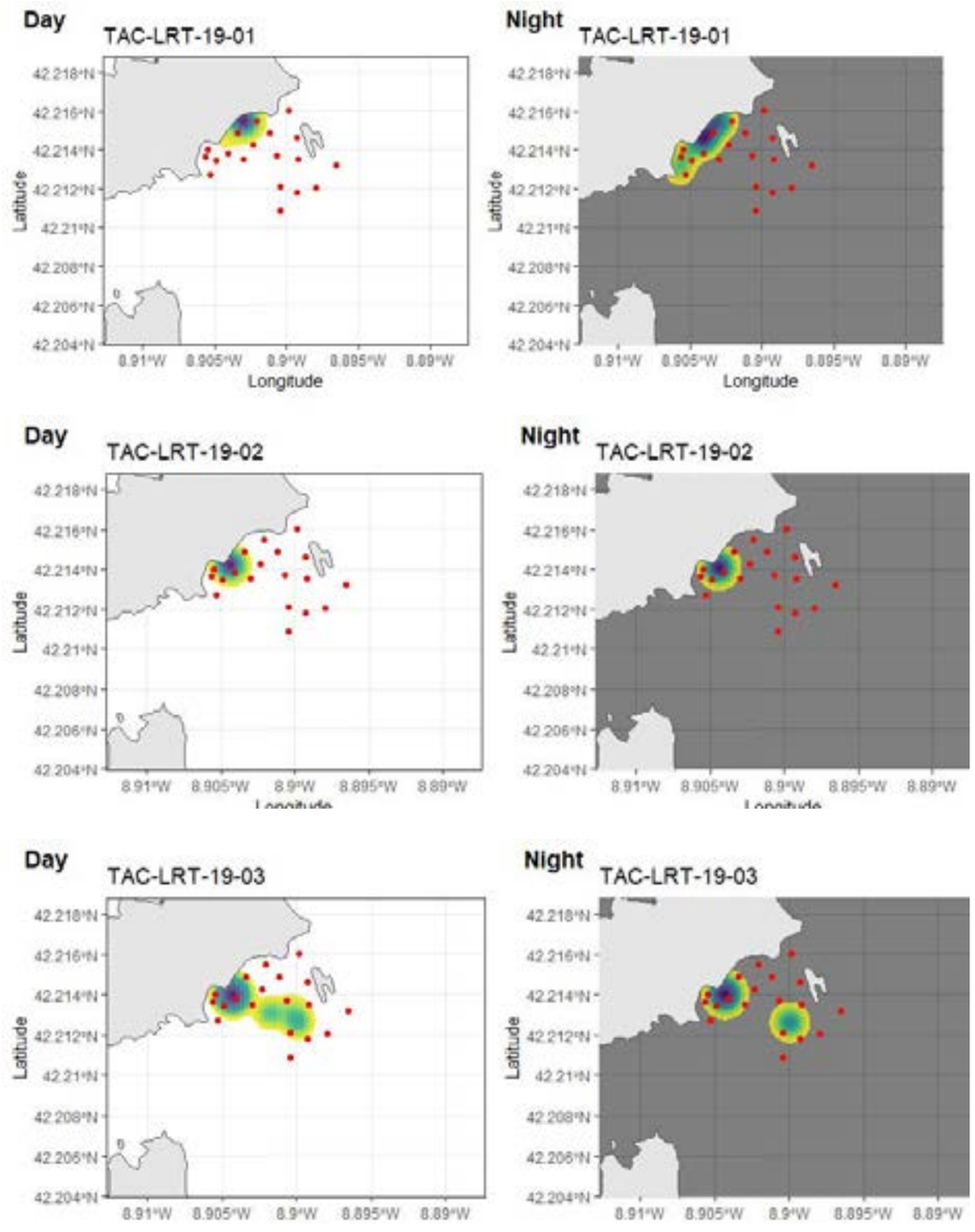
anexo 1

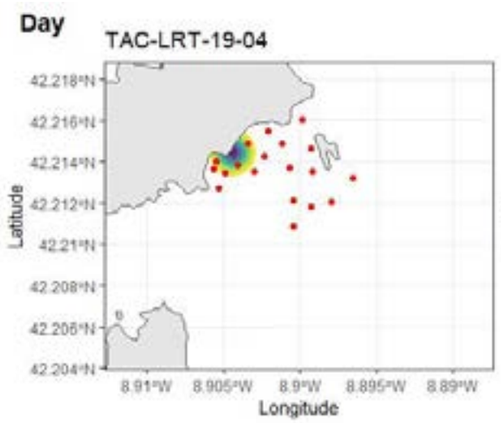
Área de campeo estimada para los individuos objeto de estudio

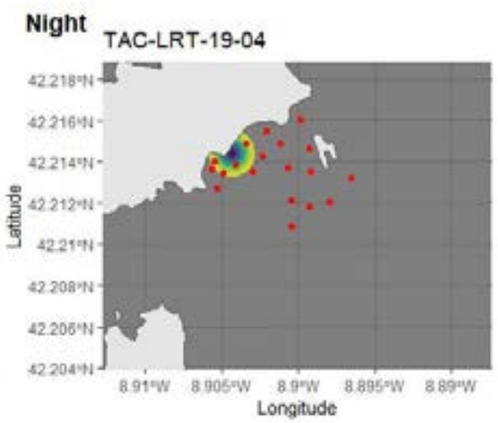
Maragota, *Labrus bergylta*

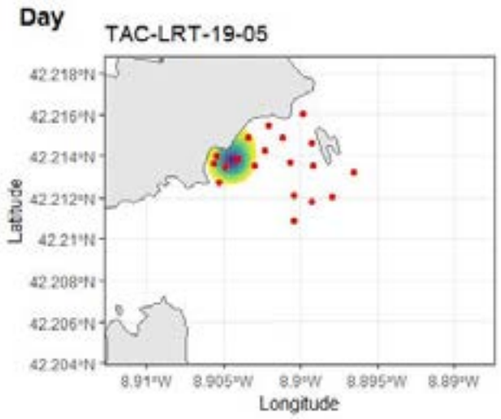


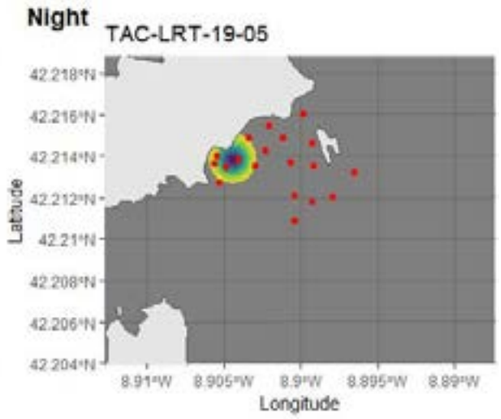
Maragota, *Labrus bergylta*

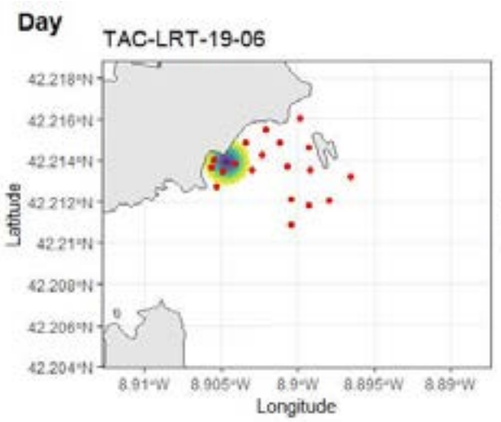


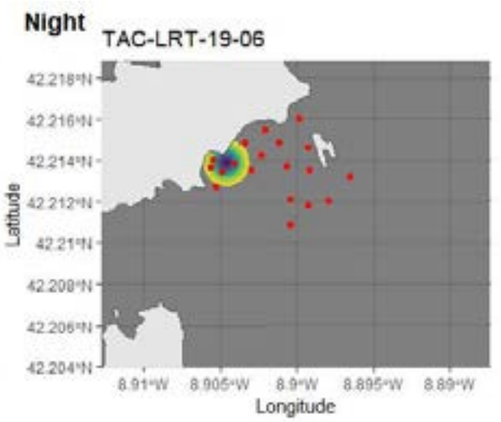

Day
TAC-LRT-19-04
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

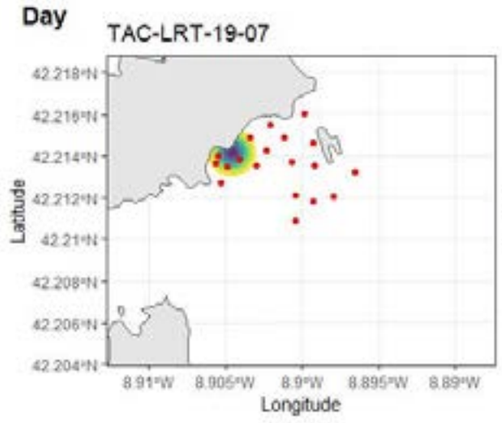

Night
TAC-LRT-19-04
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

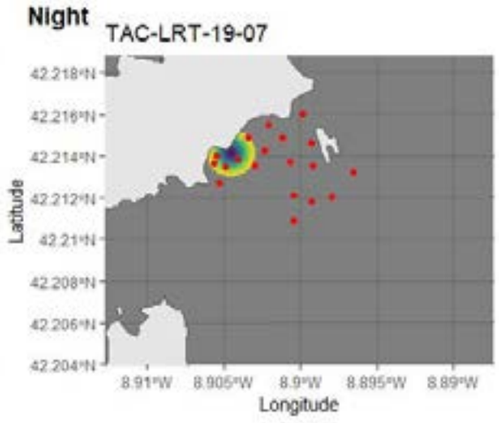

Day
TAC-LRT-19-05
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

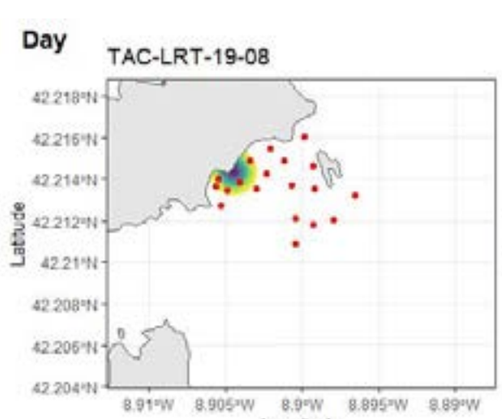

Night
TAC-LRT-19-05
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

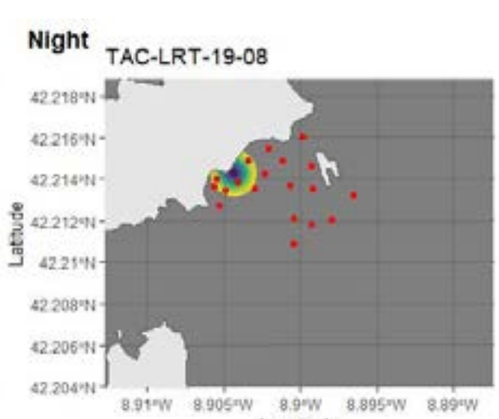

Day
TAC-LRT-19-06
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

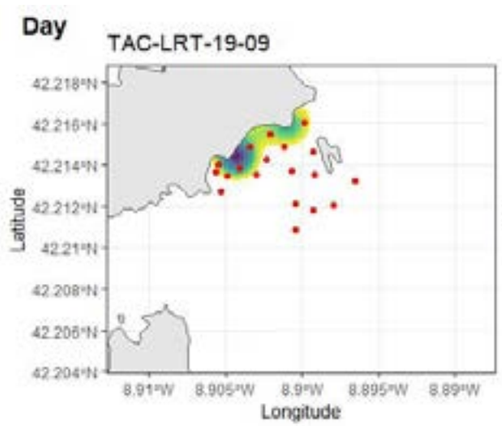

Night
TAC-LRT-19-06
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

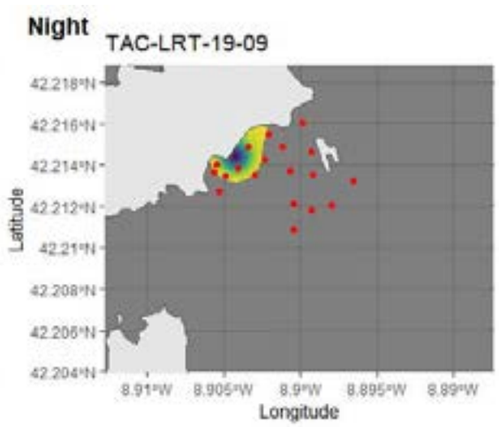

Day
TAC-LRT-19-07
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

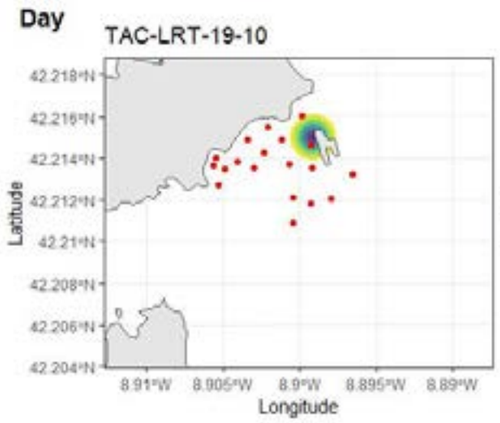

Night
TAC-LRT-19-07
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

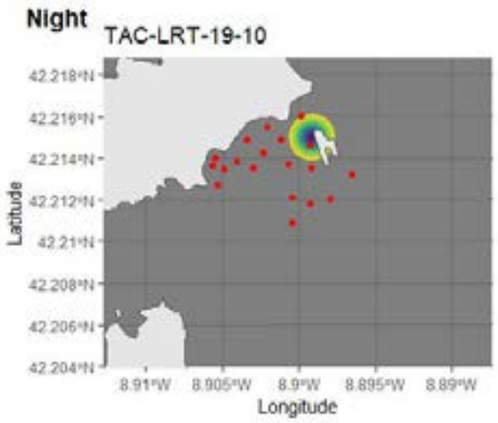

Day
TAC-LRT-19-08
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

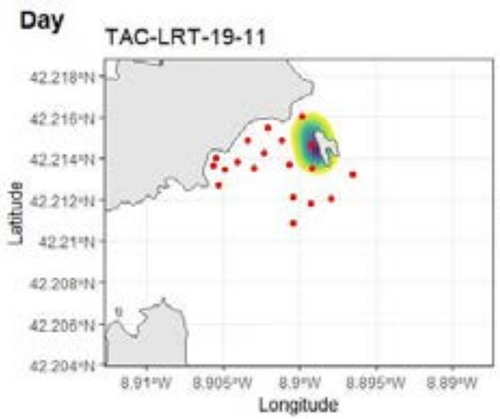

Night
TAC-LRT-19-08
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

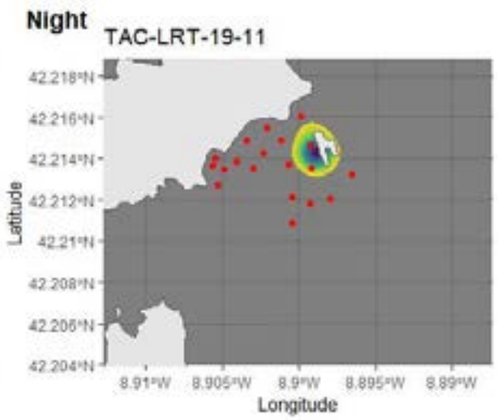

Day
TAC-LRT-19-09
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

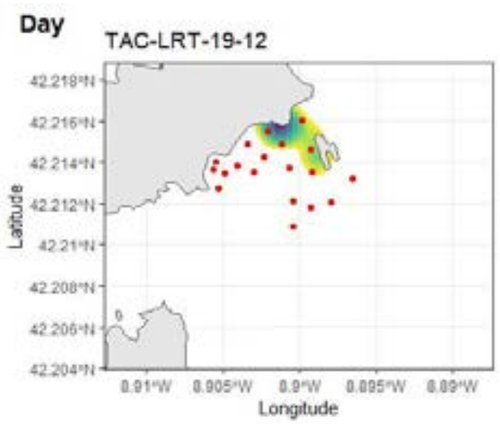

Night
TAC-LRT-19-09
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

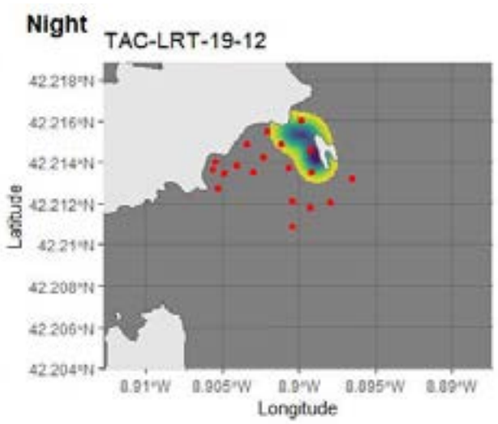

Day
TAC-LRT-19-10
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

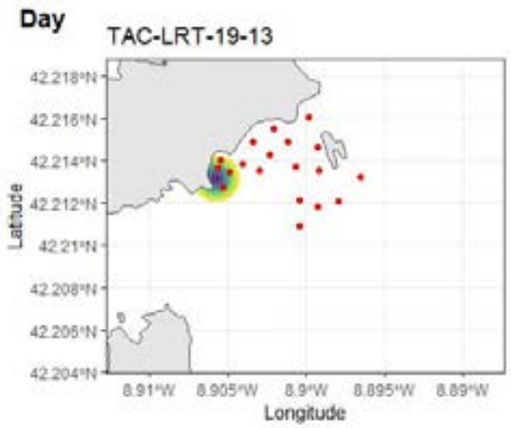

Night
TAC-LRT-19-10
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

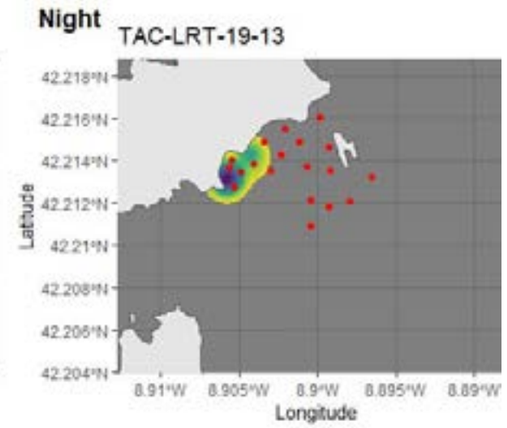

Day
TAC-LRT-19-11
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

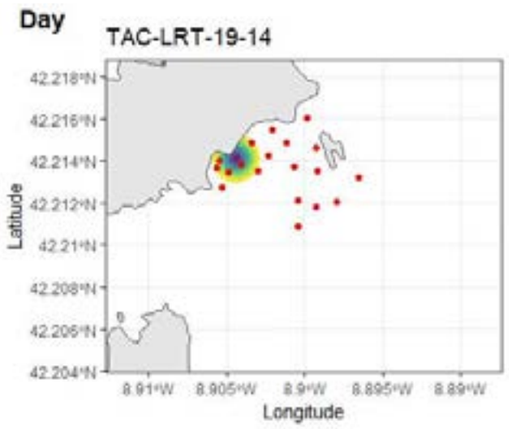

Night
TAC-LRT-19-11
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

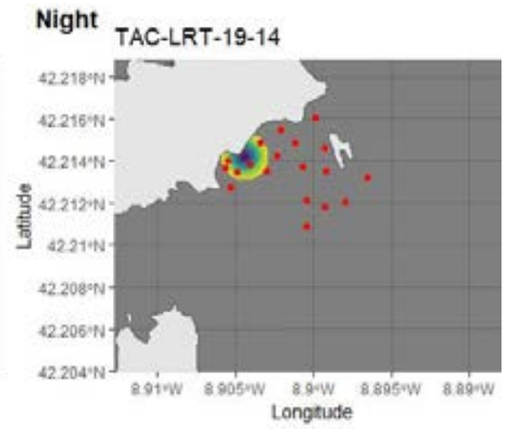

Day
TAC-LRT-19-12
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

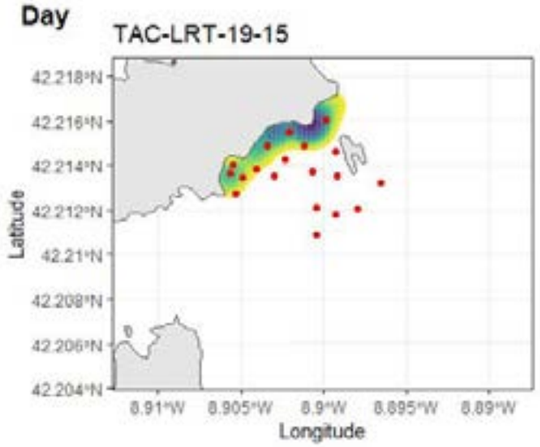

Night
TAC-LRT-19-12
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

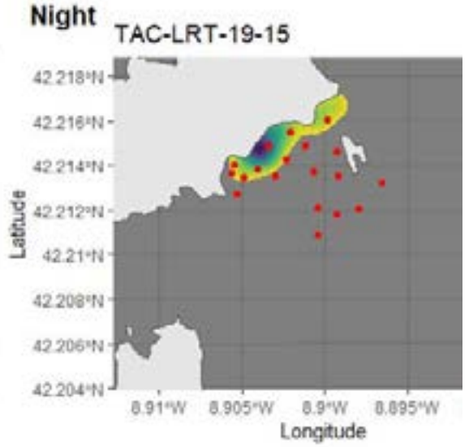

Day
TAC-LRT-19-13
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude


Night
TAC-LRT-19-13
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude


Day
TAC-LRT-19-14
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

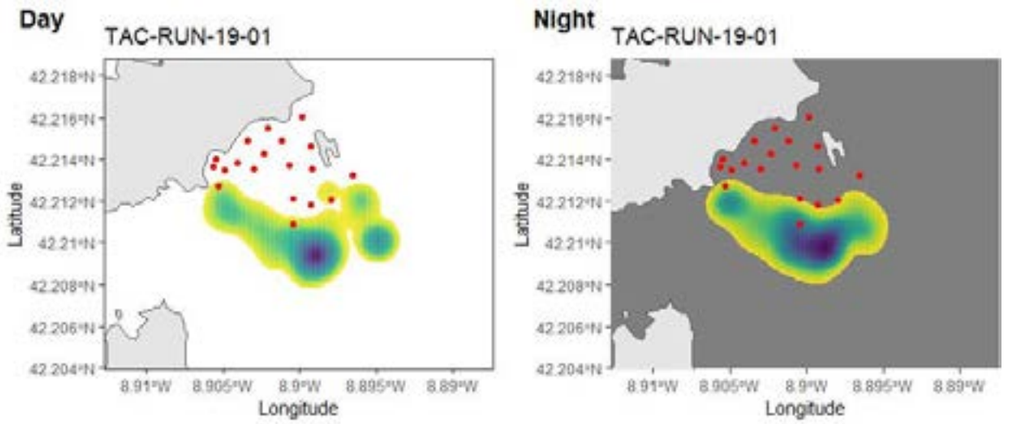

Night
TAC-LRT-19-14
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

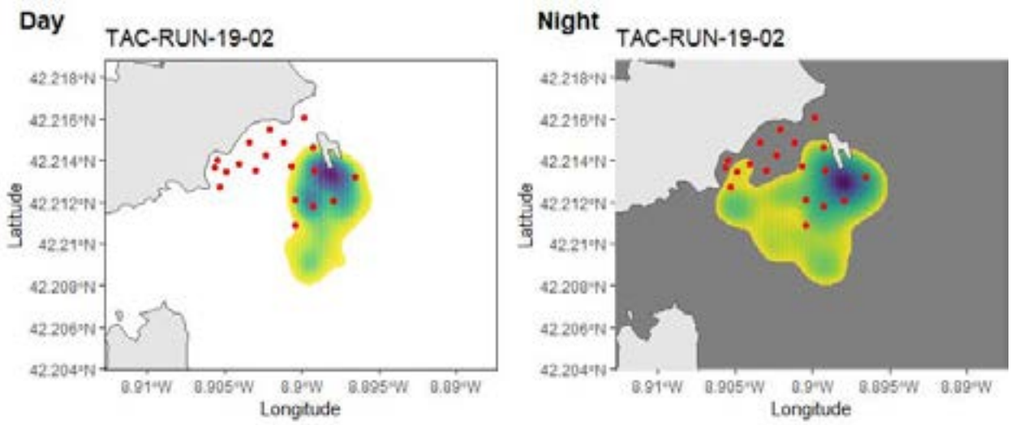

Day
TAC-LRT-19-15
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

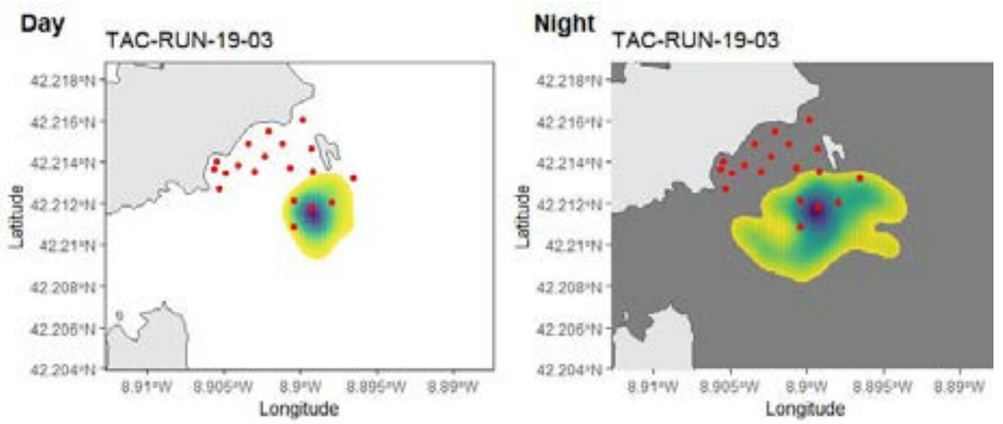

Night
TAC-LRT-19-15
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
Longitude

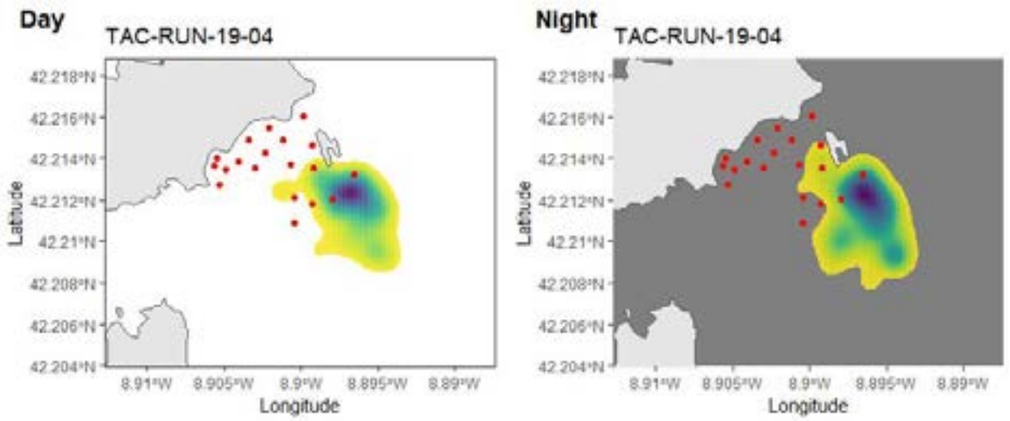


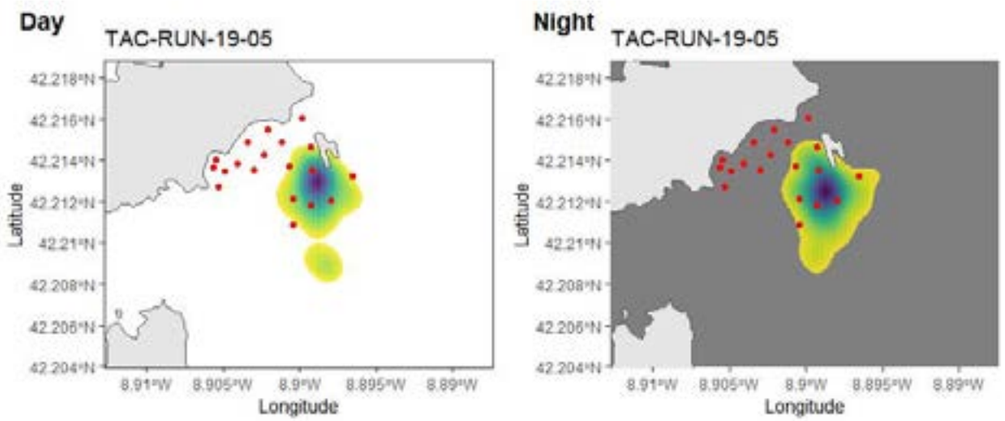
Raya mosaico, *Raja undulata*

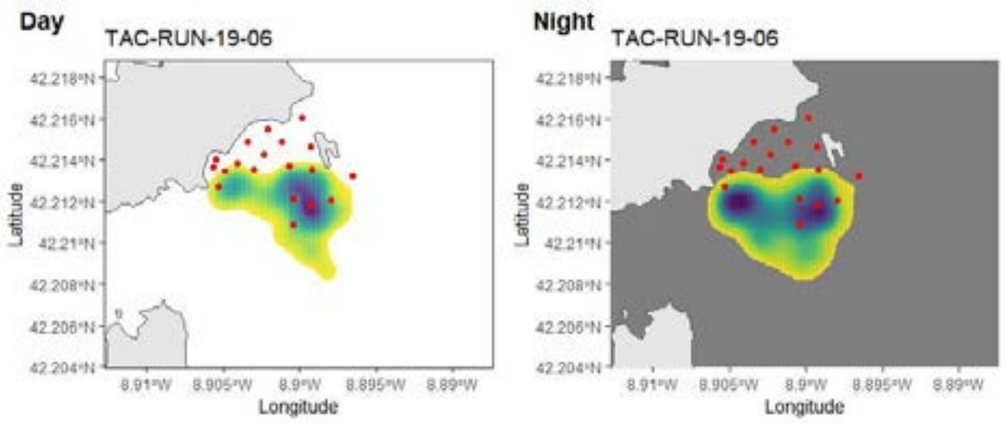


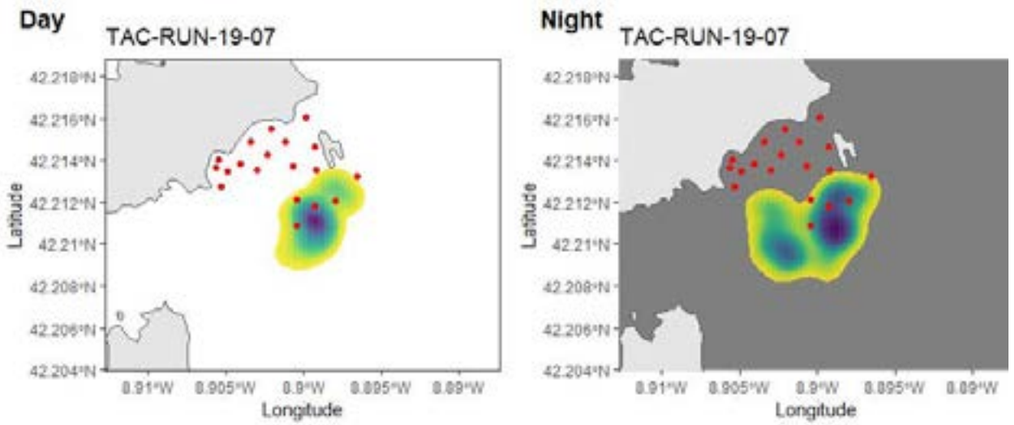


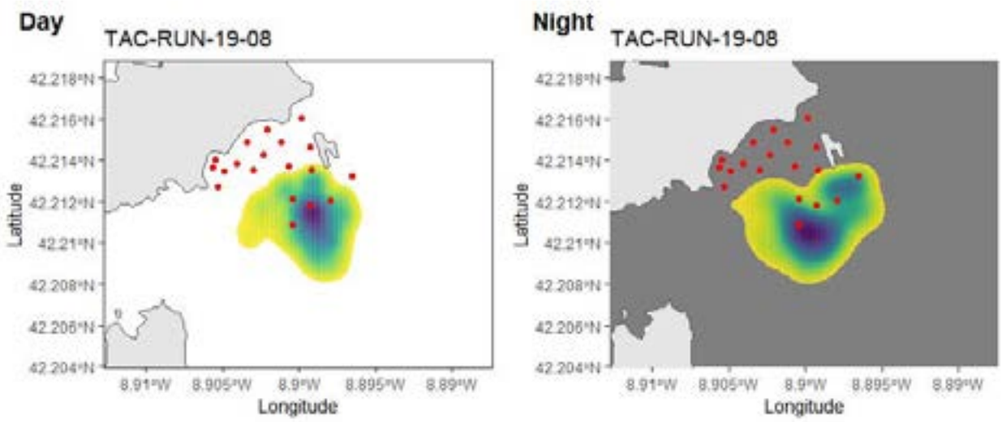


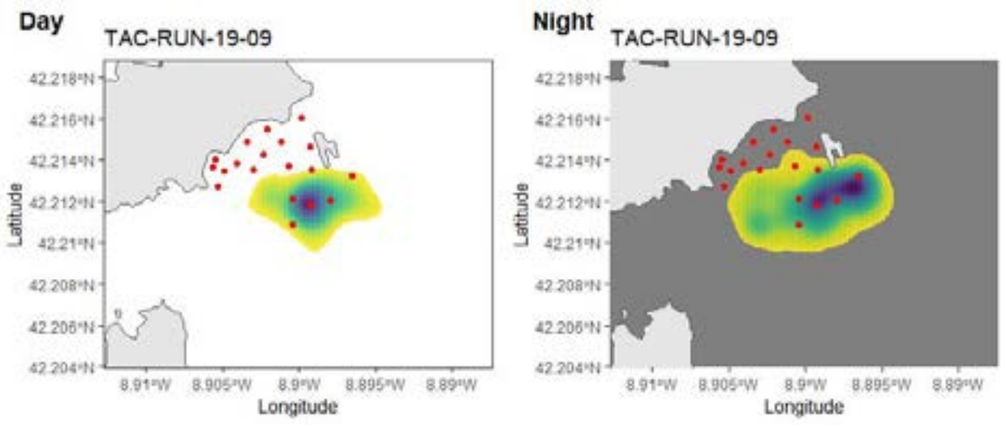

Day
TAC-RUN-19-04
Night
TAC-RUN-19-04
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

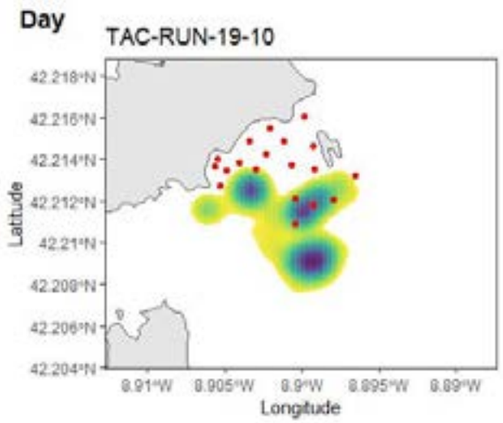

Day
TAC-RUN-19-05
Night
TAC-RUN-19-05
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

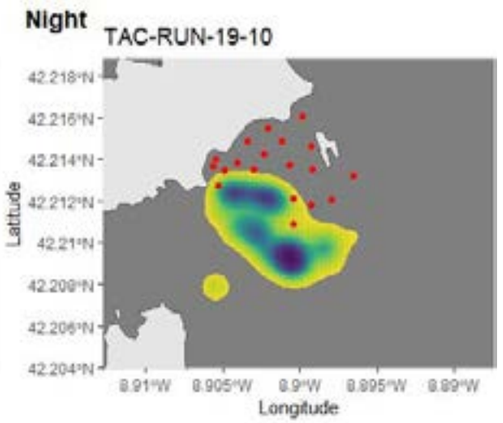

Day
TAC-RUN-19-06
Night
TAC-RUN-19-06
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

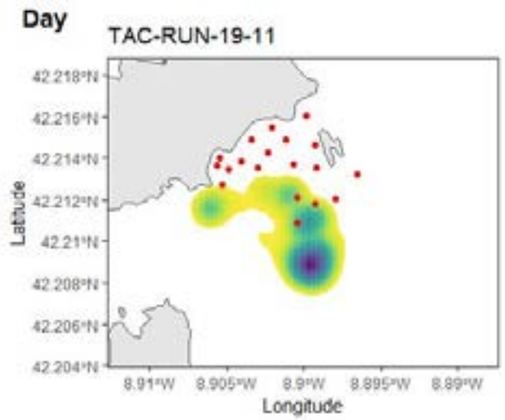

Day
TAC-RUN-19-07
Night
TAC-RUN-19-07
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

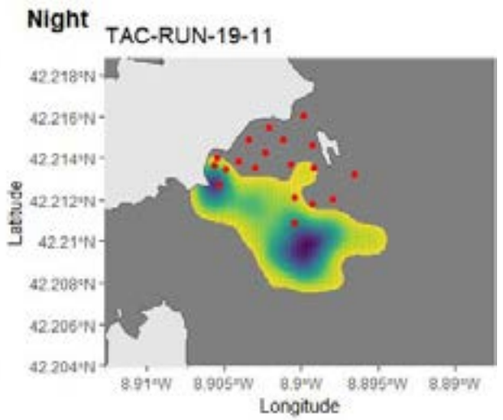

Day
TAC-RUN-19-08
Night
TAC-RUN-19-08
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

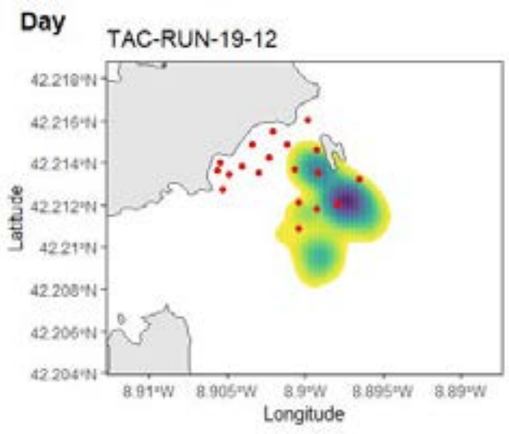

Day
TAC-RUN-19-09
Night
TAC-RUN-19-09
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

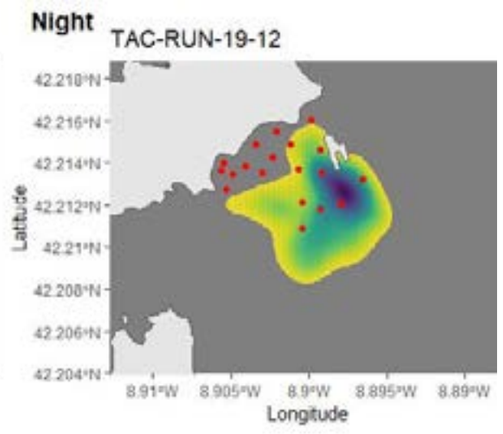

Day
TAC-RUN-19-10
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

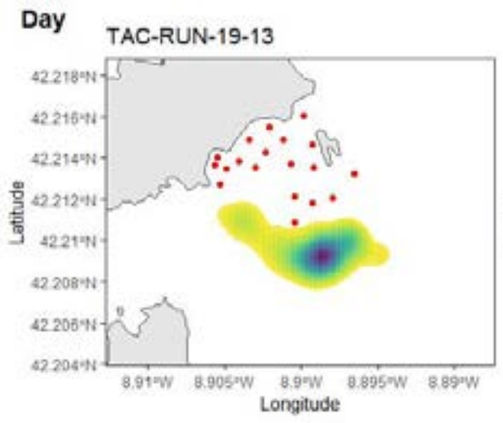

Night
TAC-RUN-19-10
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

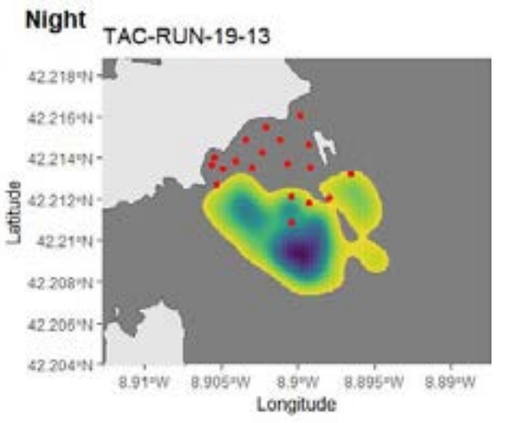

Day
TAC-RUN-19-11
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

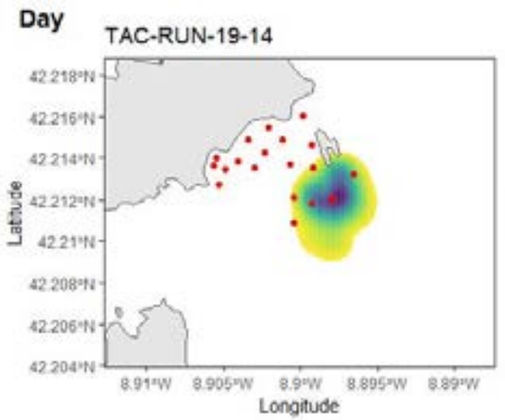

Night
TAC-RUN-19-11
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

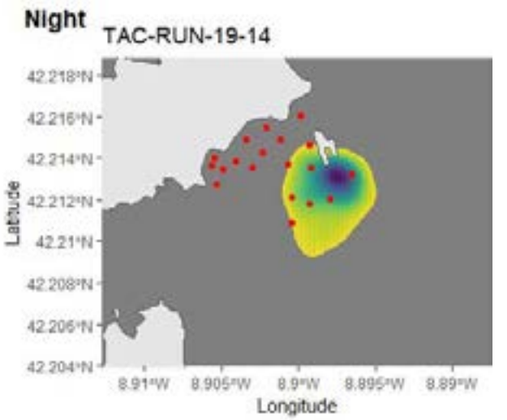

Day
TAC-RUN-19-12
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

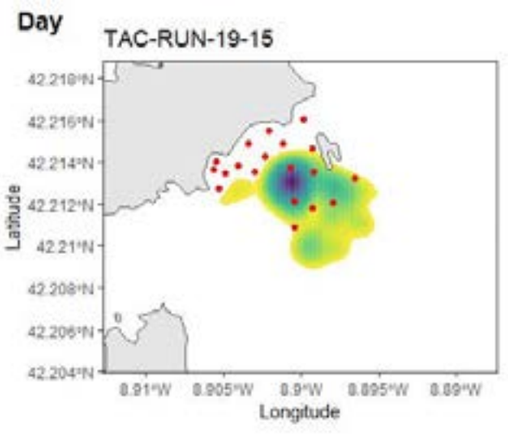

Night
TAC-RUN-19-12
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

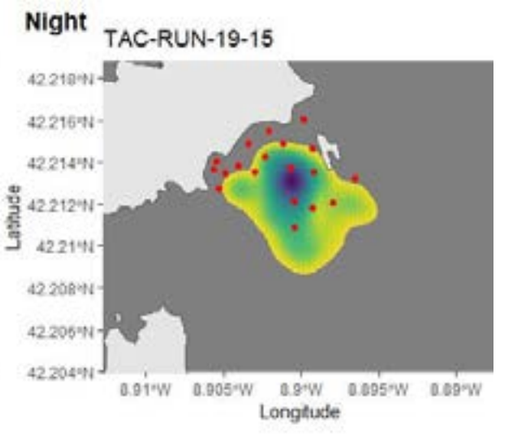

Day
TAC-RUN-19-13
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

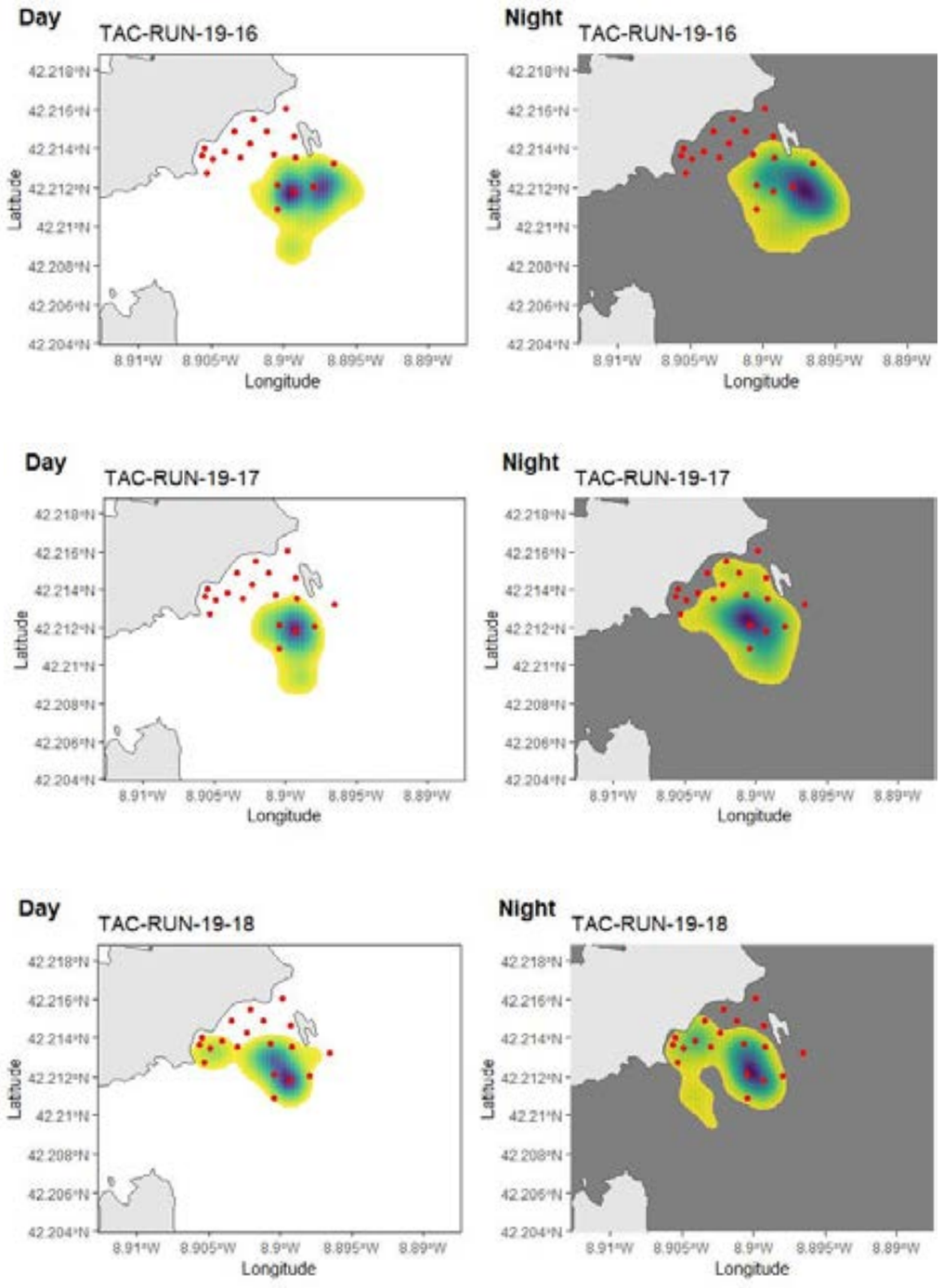

Night
TAC-RUN-19-13
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

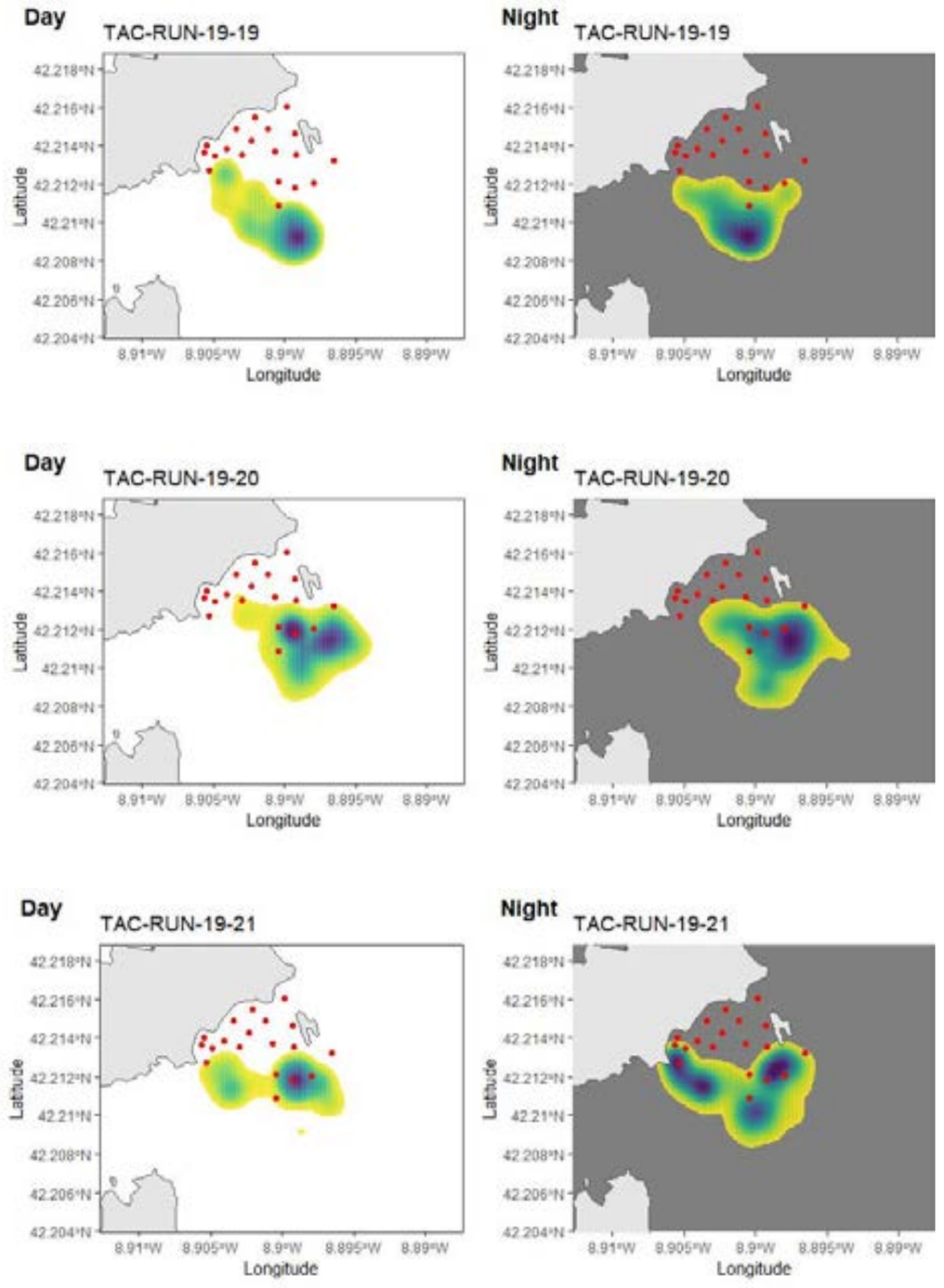

Day
TAC-RUN-19-14
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

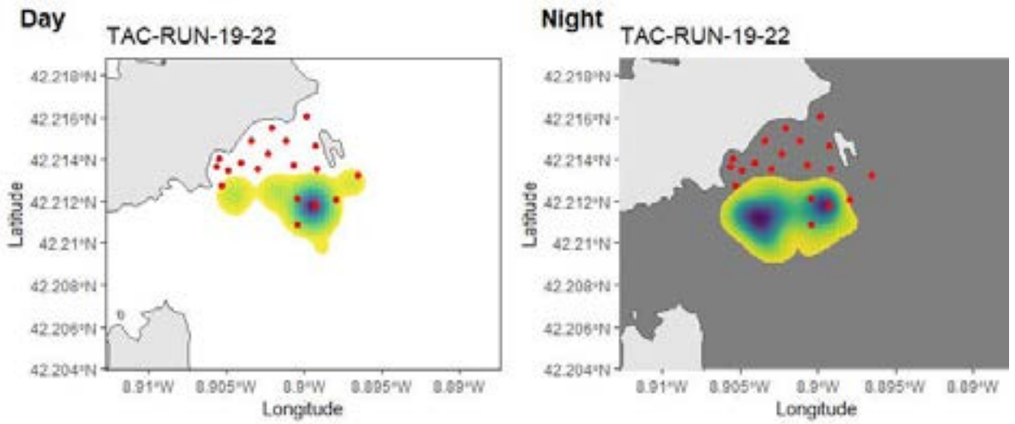

Night
TAC-RUN-19-14
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

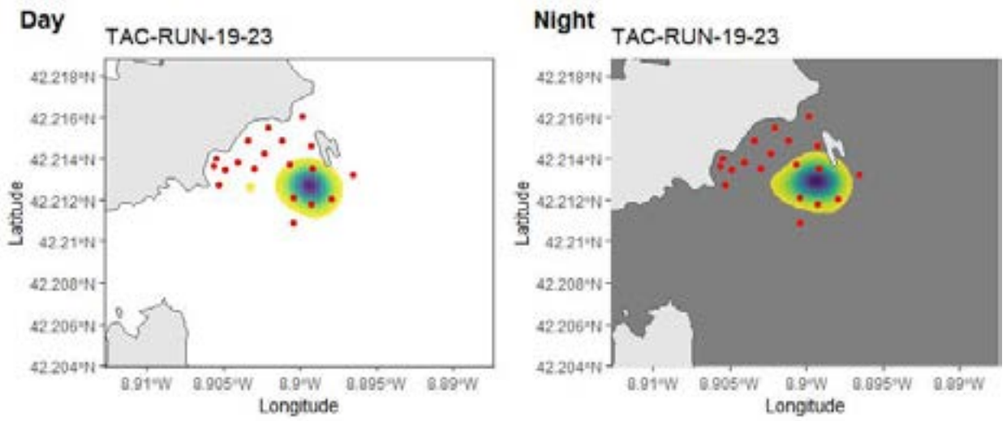

Day
TAC-RUN-19-15
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

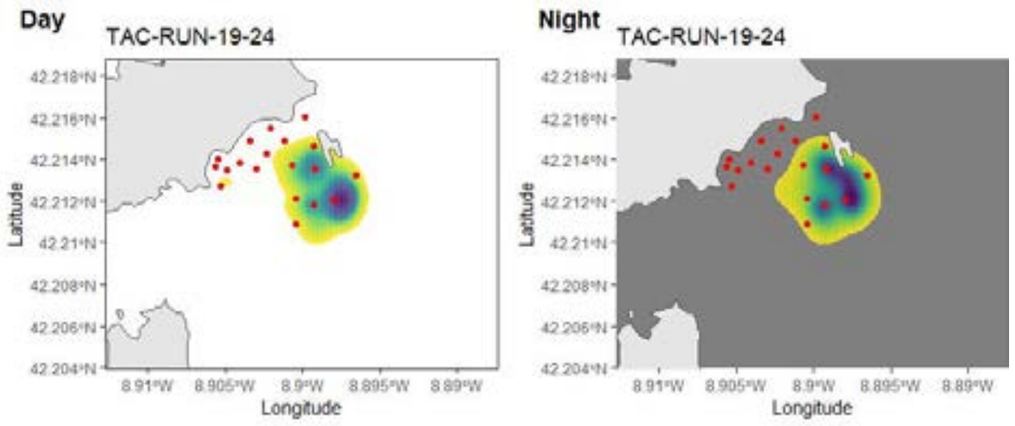

Night
TAC-RUN-19-15
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

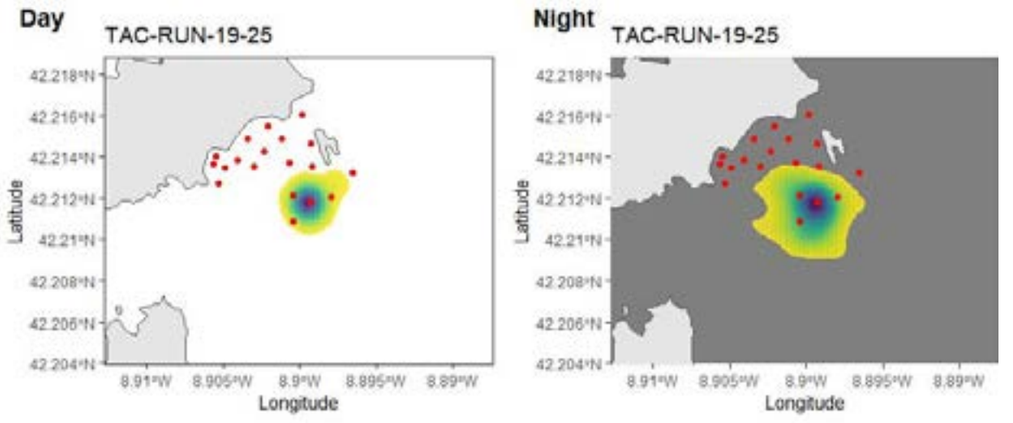

Day
TAC-RUN-19-16
Night
TAC-RUN-19-16
Day
TAC-RUN-19-17
Night
TAC-RUN-19-17
Day
TAC-RUN-19-18
Night
TAC-RUN-19-18
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

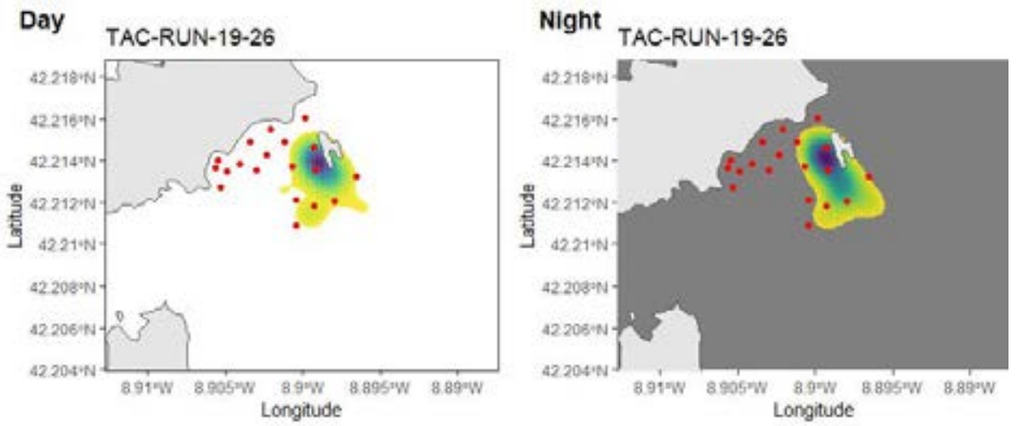

Day
TAC-RUN-19-19
Night
TAC-RUN-19-19
Day
TAC-RUN-19-20
Night
TAC-RUN-19-20
Day
TAC-RUN-19-21
Night
TAC-RUN-19-21
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

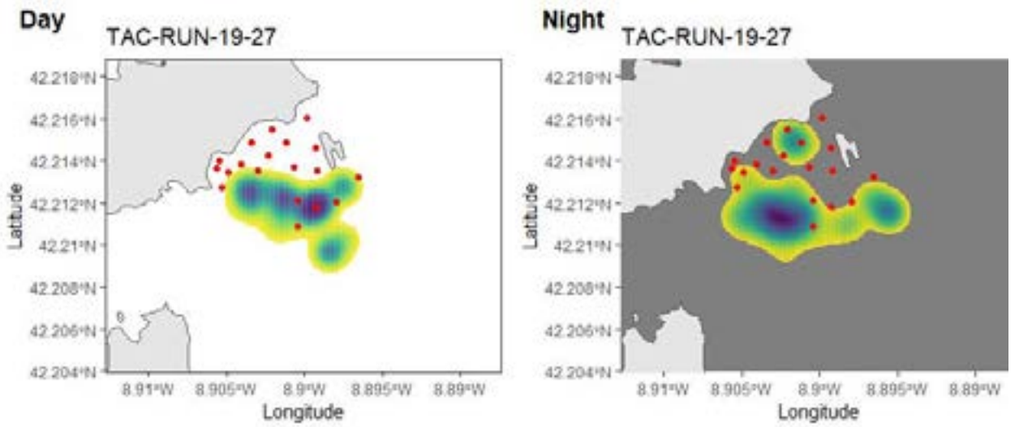

Day
TAC-RUN-19-22
Night
TAC-RUN-19-22
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

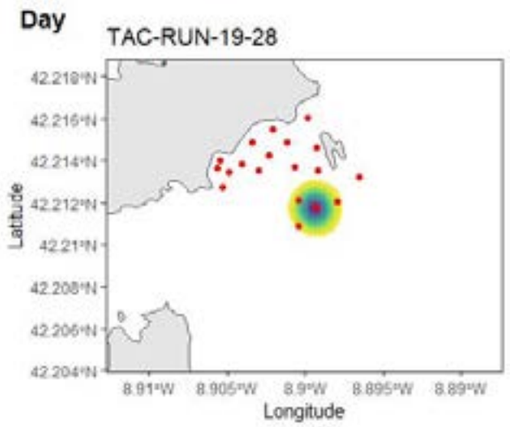

Day
TAC-RUN-19-23
Night
TAC-RUN-19-23
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

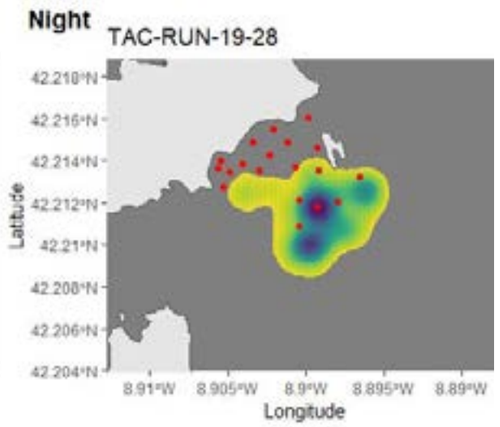

Day
TAC-RUN-19-24
Night
TAC-RUN-19-24
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

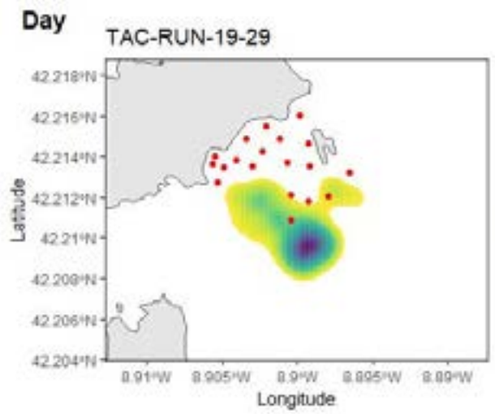

Day
TAC-RUN-19-25
Night
TAC-RUN-19-25
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

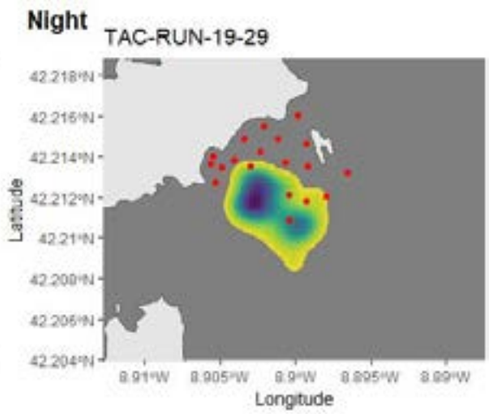

Day
TAC-RUN-19-26
Night
TAC-RUN-19-26
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

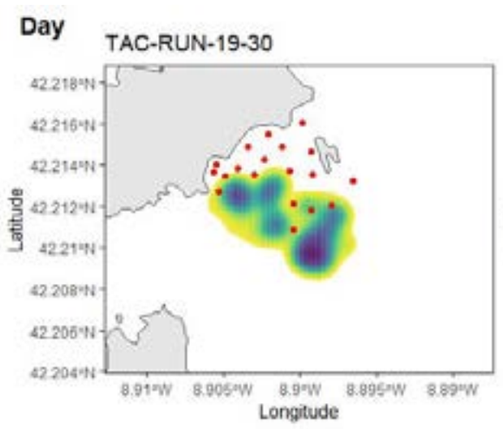

Day
TAC-RUN-19-27
Night
TAC-RUN-19-27
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

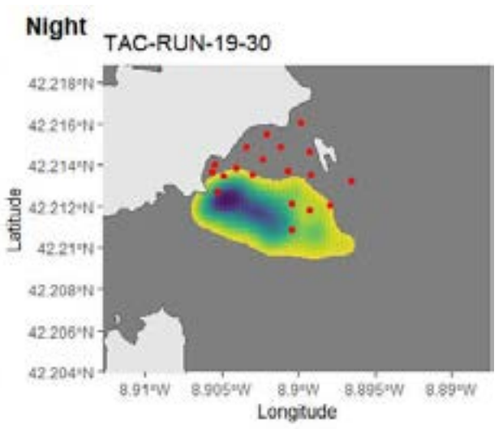

Day
TAC-RUN-19-28
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

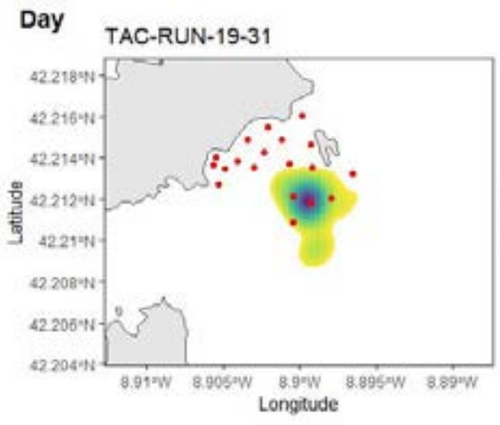

Night
TAC-RUN-19-28
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

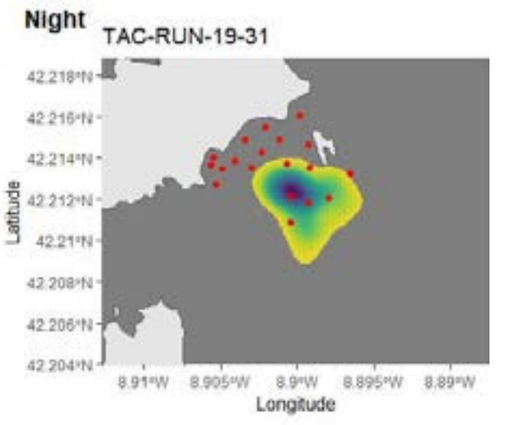

Day
TAC-RUN-19-29
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.209°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

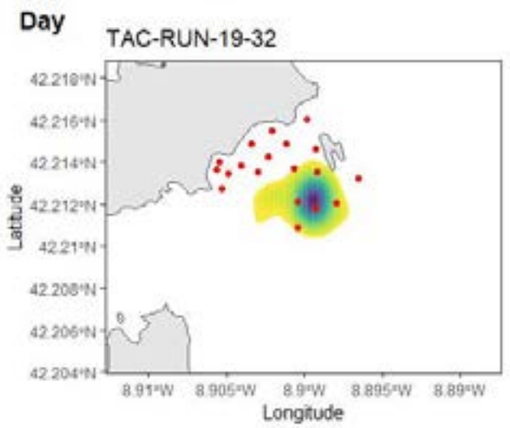

Night
TAC-RUN-19-29
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.209°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

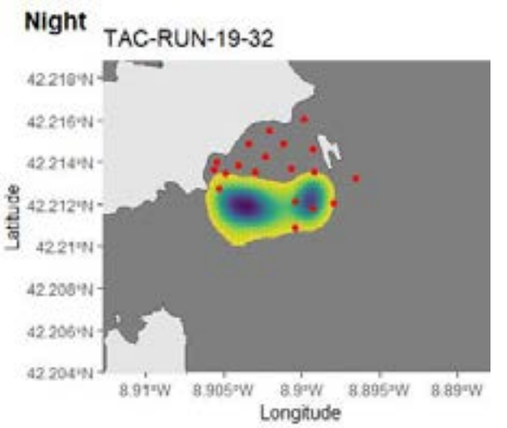

Day
TAC-RUN-19-30
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

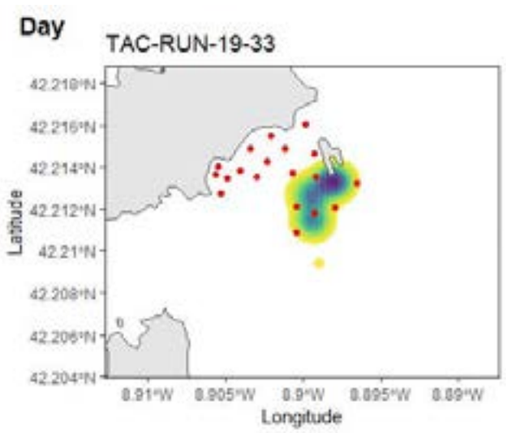

Night
TAC-RUN-19-30
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

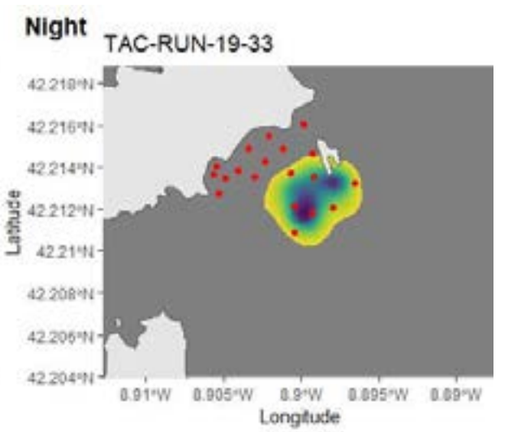

Day
TAC-RUN-19-31
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

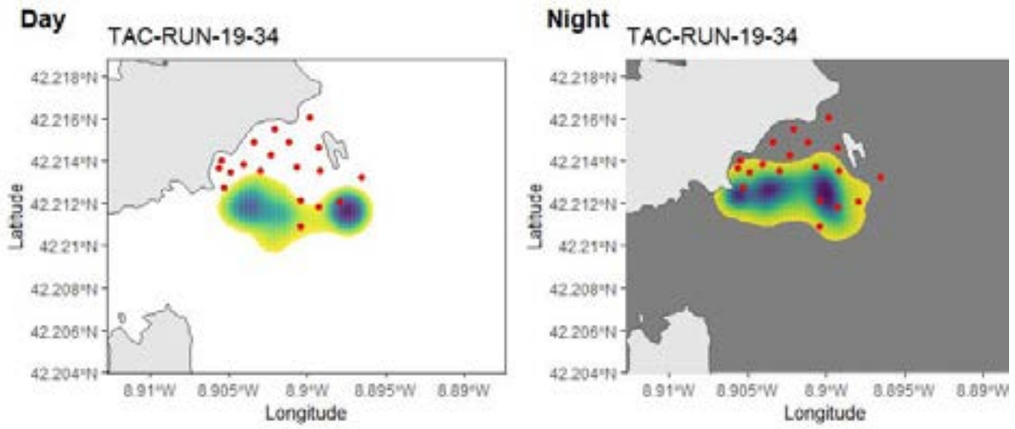

Night
TAC-RUN-19-31
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

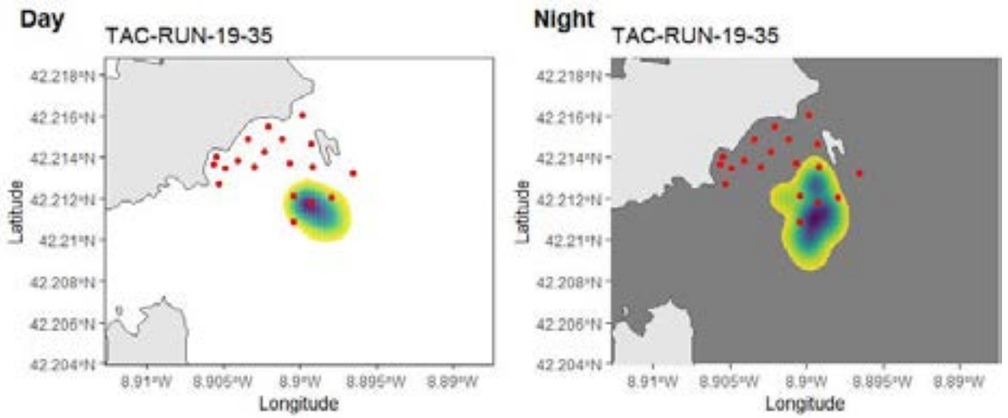

Day
TAC-RUN-19-32
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

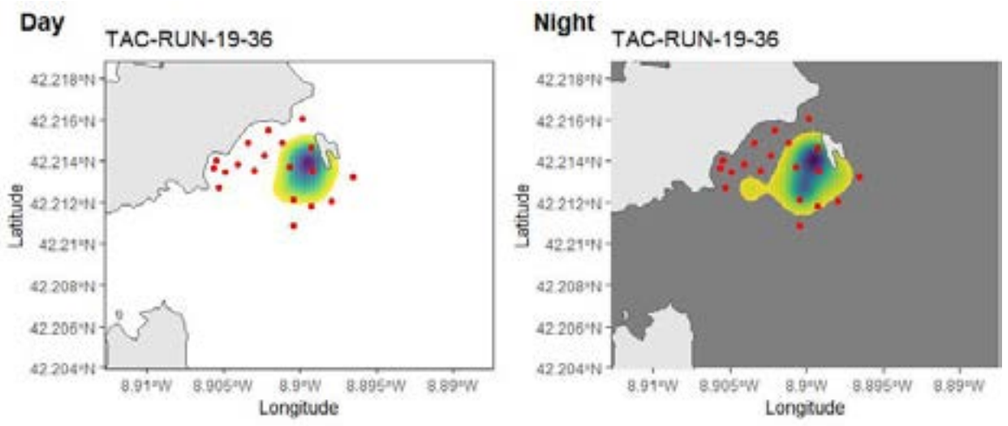

Night
TAC-RUN-19-32
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

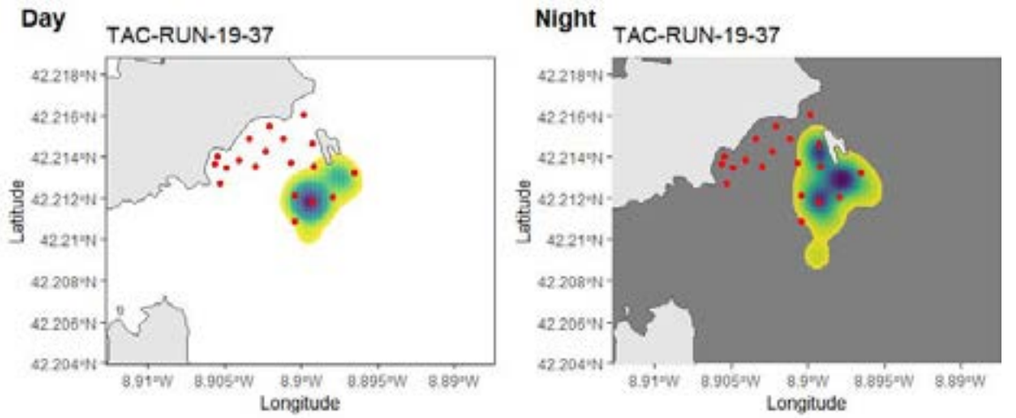

Day
TAC-RUN-19-33
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

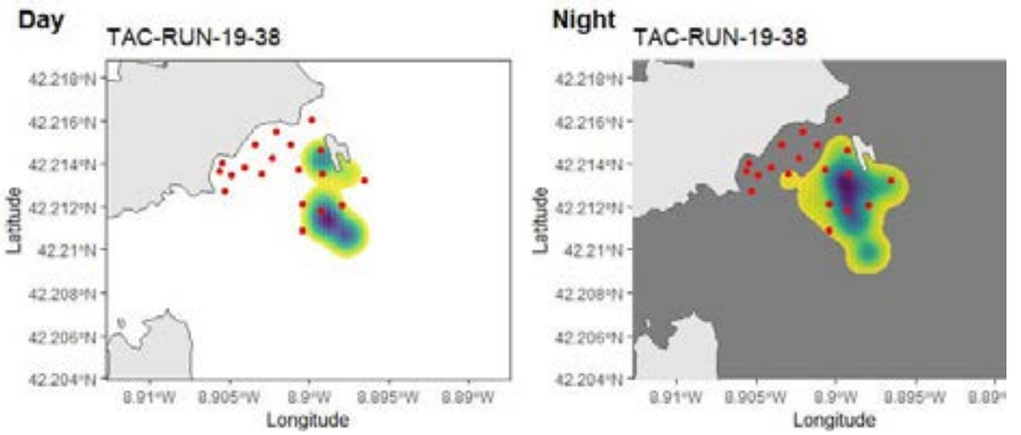

Night
TAC-RUN-19-33
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
Latitude
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W
Longitude

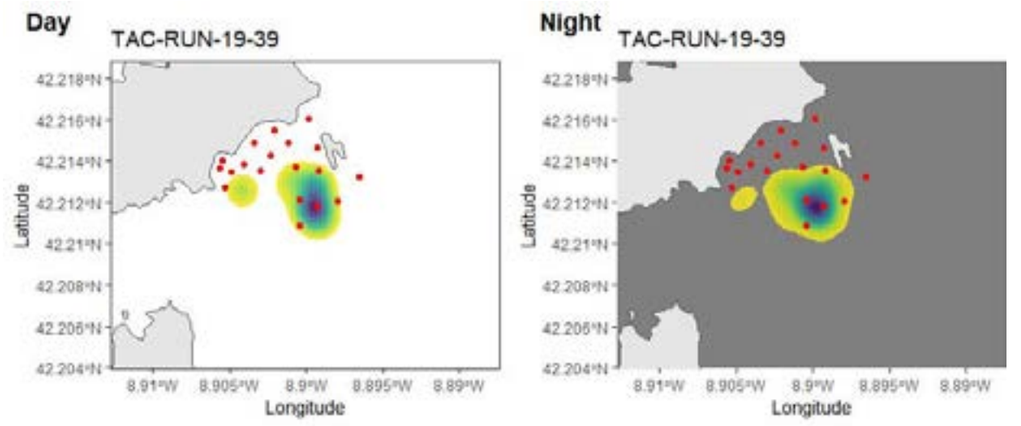

Day
TAC-RUN-19-34
Night
TAC-RUN-19-34
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

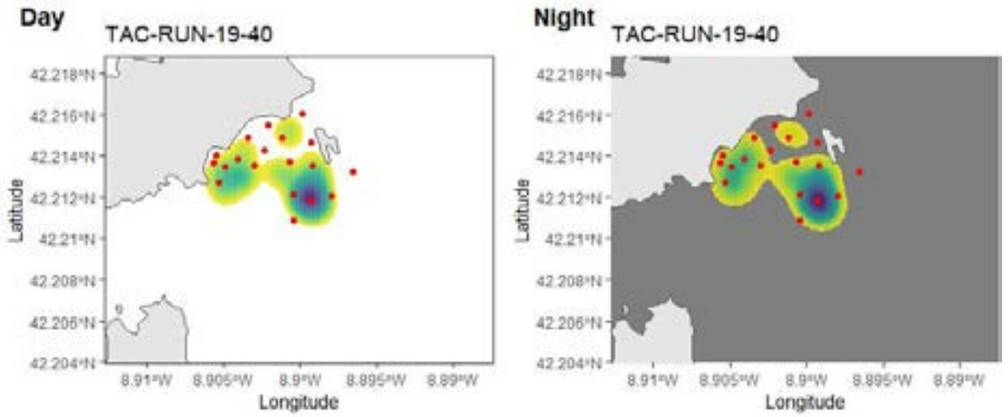

Day
TAC-RUN-19-35
Night
TAC-RUN-19-35
Latitude
Longitude

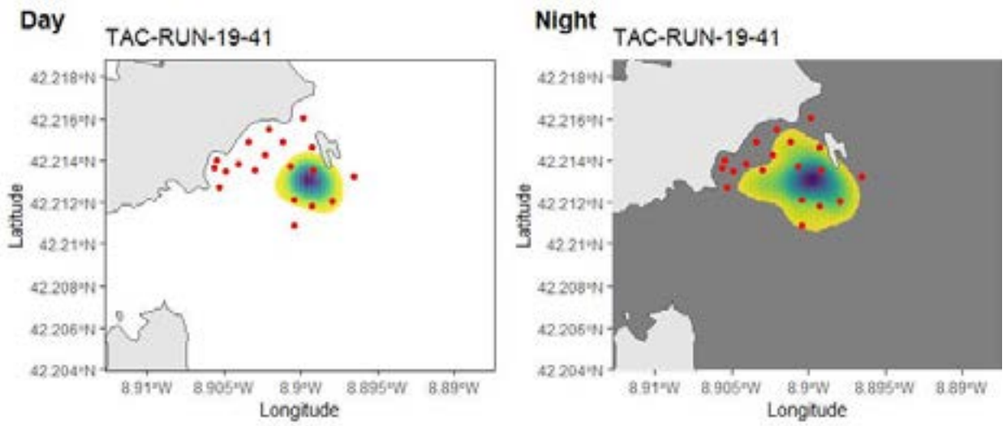

Day
TAC-RUN-19-36
Night
TAC-RUN-19-36
Latitude
Longitude

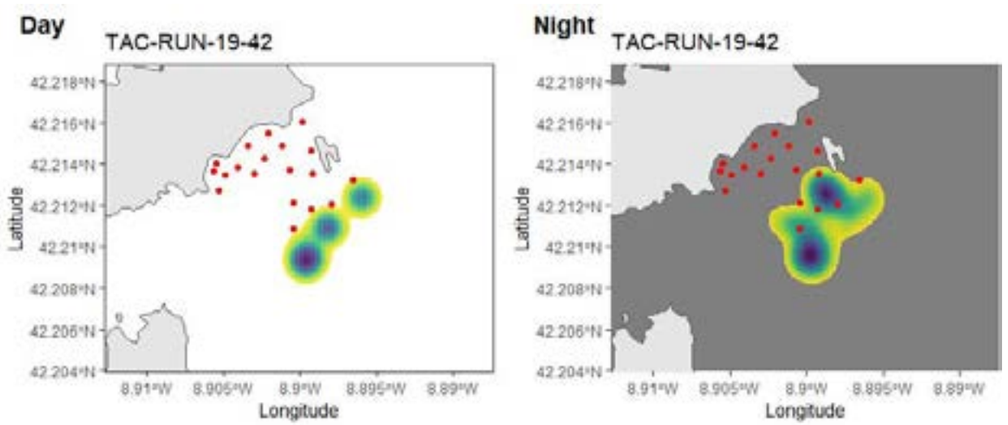

Day
TAC-RUN-19-37
Night
TAC-RUN-19-37
Latitude
Longitude

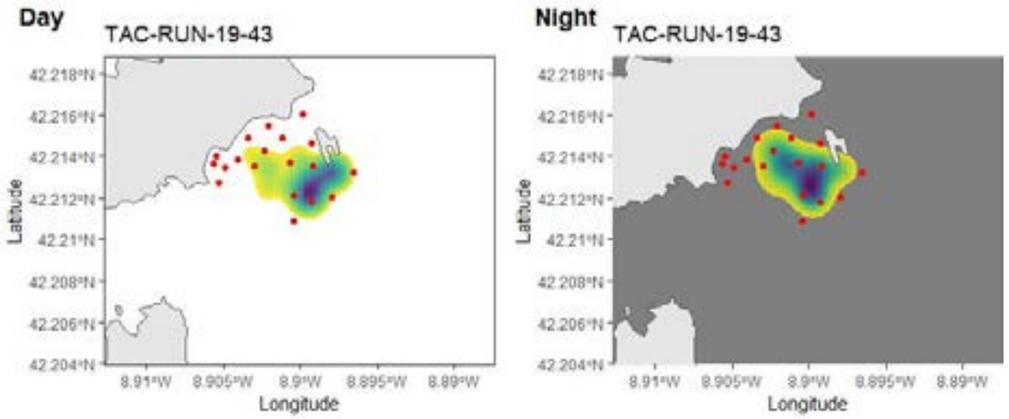

Day
TAC-RUN-19-38
Night
TAC-RUN-19-38
Latitude
Longitude

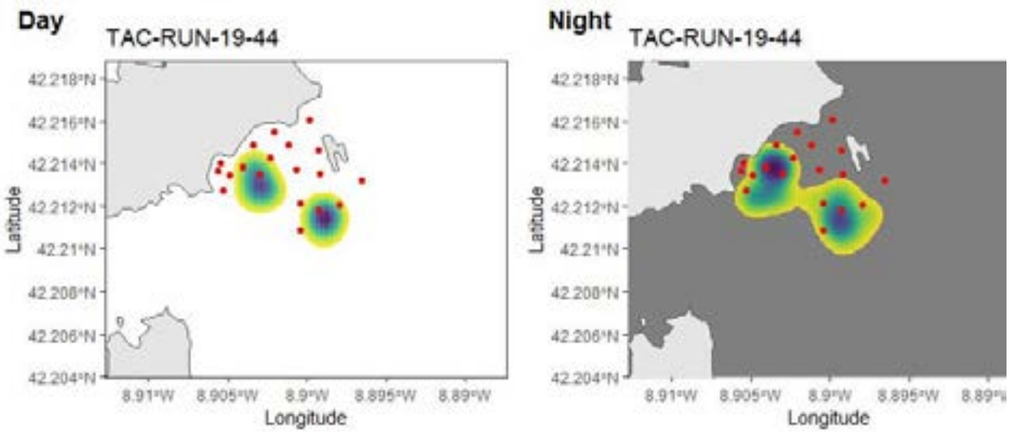

Day
TAC-RUN-19-39
Night
TAC-RUN-19-39
Latitude
Longitude


Day
TAC-RUN-19-40
Night
TAC-RUN-19-40
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W


Day
TAC-RUN-19-41
Night
TAC-RUN-19-41
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W


Day
TAC-RUN-19-42
Night
TAC-RUN-19-42
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W


Day
TAC-RUN-19-43
Night
TAC-RUN-19-43
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W


Day
TAC-RUN-19-44
Night
TAC-RUN-19-44
Latitude
Longitude
42.218°N
42.216°N
42.214°N
42.212°N
42.21°N
42.208°N
42.206°N
42.204°N
8.91°W
8.905°W
8.9°W
8.895°W
8.89°W

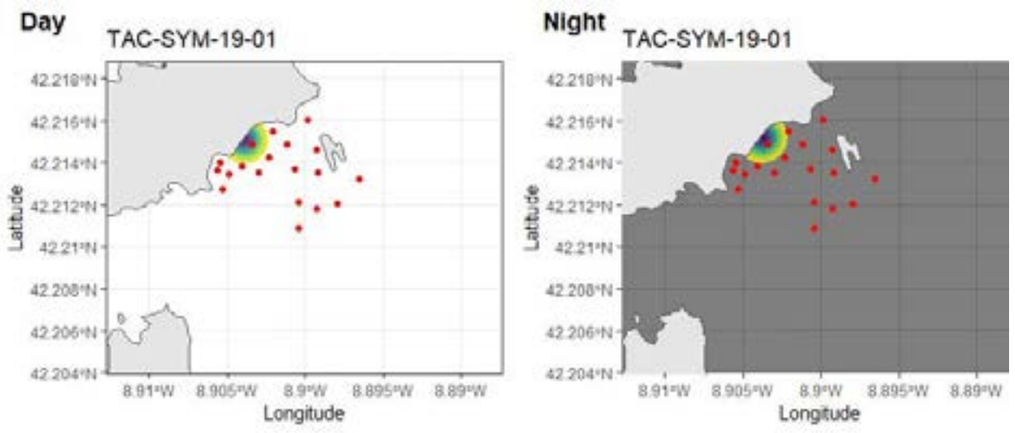


Serrán *Symphodus melops*

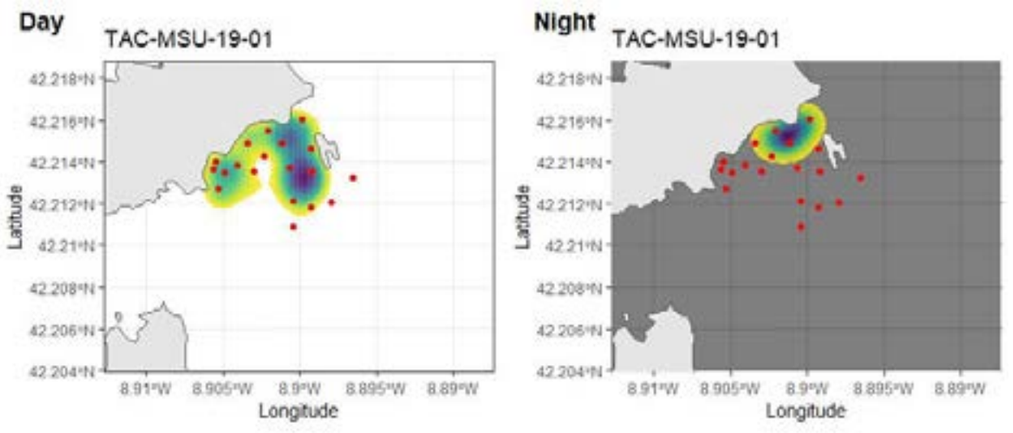


Salmonete *Mullus surmuletus*

Serrán, *Symphodus melops*



Salmonete, *Mullus surmuletus*





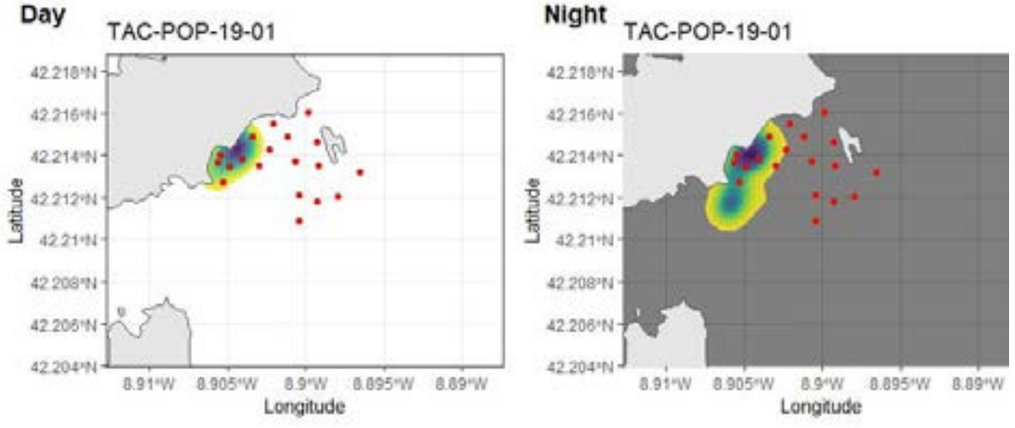
Abadejo *Pollachius pollachius*

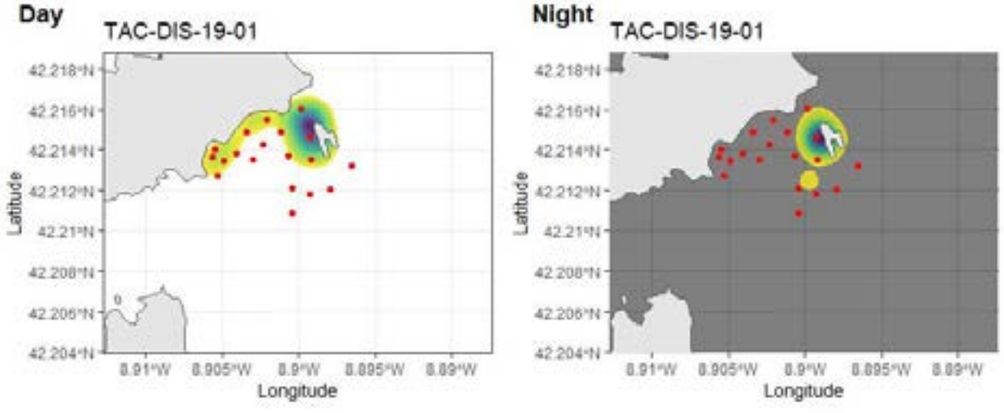
Abadejo, *Pollachius pollachius*

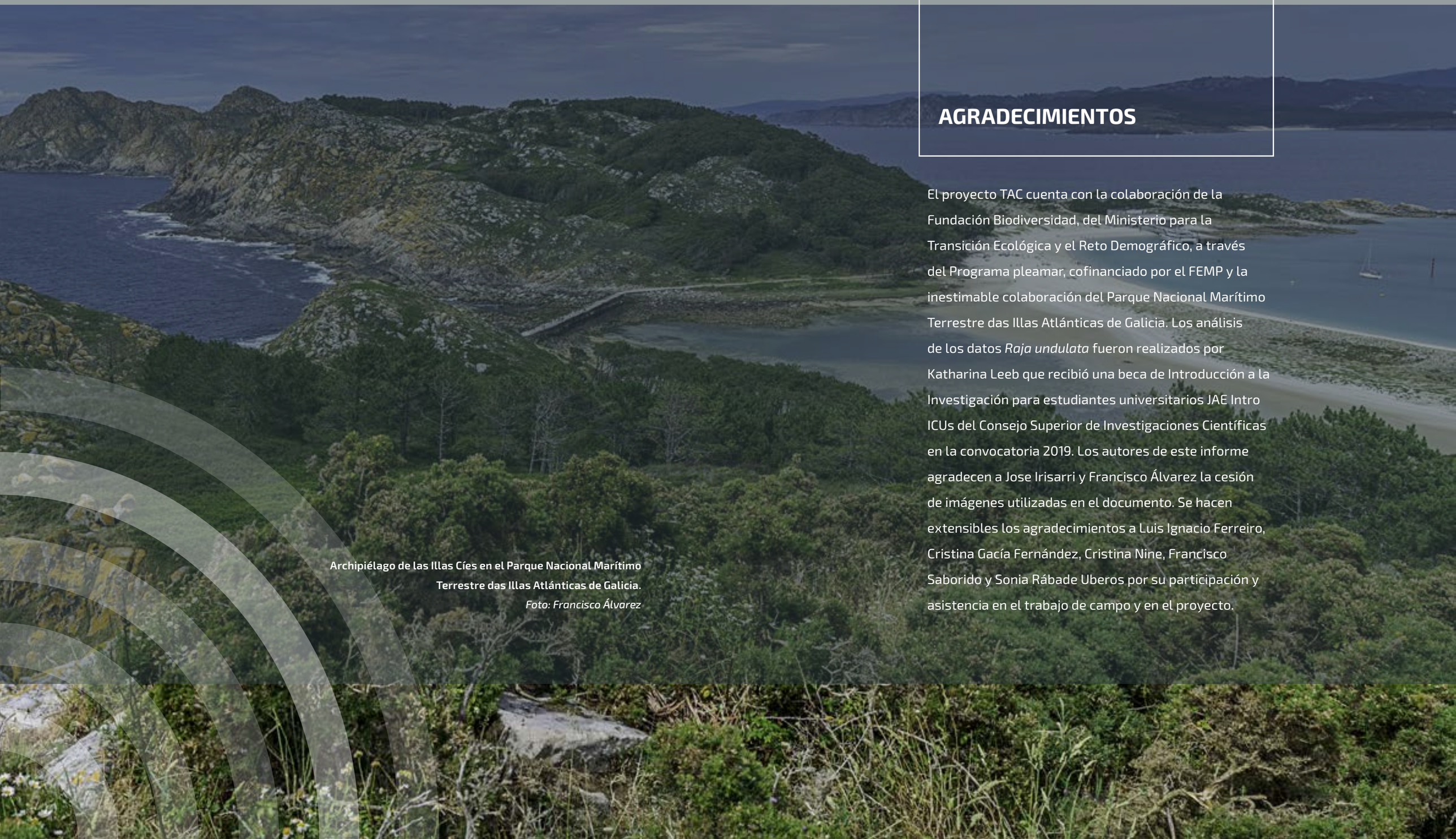


Sargo, *Diplodus sargus*

Sargo, *Diplodus sargus*







Archipiélago de las Illas Cíes en el Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia.
Foto: Francisco Álvarez

AGRADECIMIENTOS

El proyecto TAC cuenta con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP y la inestimable colaboración del Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia. Los análisis de los datos *Raja undulata* fueron realizados por Katharina Leeb que recibió una beca de Introducción a la Investigación para estudiantes universitarios JAE Intro ICUs del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la convocatoria 2019. Los autores de este informe agradecen a Jose Irisarri y Francisco Álvarez la cesión de imágenes utilizadas en el documento. Se hacen extensibles los agradecimientos a Luis Ignacio Ferreiro, Cristina Gacía Fernández, Cristina Nine, Francisco Saborido y Sonia Rábade Uberos por su participación y asistencia en el trabajo de campo y en el proyecto.



TAC

TELEMETRÍA ACÚSTICA
DEL COMPORTAMIENTO

REFERENCIAS

Afonso, P., Fontes, J., Santos, R.S., 2011. Small marine reserves can offer long term protection to an endangered fish. Biological Conservation 144, 2739–2744.

Alós, J., Cabanellas-Reboredo, M., Lowerre-Barbieri, S., 2012a. Diel behaviour and habitat utilisation by the pearly razorfish during the spawning season. Mar Ecol Prog Ser. 460, 207–220.

Alós, J., Palmer, M., Arlinghaus, R., 2012b. Consistent selection towards low activity phenotypes when catchability depends on encounters among human predators and fish. PLoS One 7, e48030.

Baeyaert, J.; Abecasis, D.; Afonso, P.; Graça, G.; Erzini, K.; Fontes, J., 2018. 'Solo datasets': unexpected behavioural patterns uncovered by acoustic monitoring of single individuals. Mar Freshwat Behav Physiol. 51, 183-201

Bañon, R.; Villegas-Ríos, D.; Serrano, A.; Mucientes, G.; Arronte, J.C., 2010. Marine fishes from Galicia (NW Spain): An updated checklist. Zootaxa, 1-27

Bañón, R.; Villegas-Ríos, D.; Rodriguez-Tamargo, P.; Alonso-Fernández, A.; Barros-García, D.; De Carlos, A., 2018. First record of Epinephelus costae (Actinopterygii: Perciformes: Epinephelidae) from galician waters (north-western Spain): Exploring the northward range expansion. Acta Ichthyol Pisc. 48, 399-402

Bañón, R.; Tejerina, R.; Morales, X.; Alonso-Fernández, A.; Barros-García, D.; de Carlos, A., 2019. Unusual occurrences of fishes along the Northeast Atlantic: new biological and distributional data. Mediterr Mar Sci. 20, 189-196

Bolle, L.J.; Hunter, E.; Rijnsdorp, A.D.; Pastoors, M.A.; Metcalfe, J.D.; Reynolds, J.D., 2005. Do tagging experiments tell the truth? Using electronic tags to evaluate conventional tagging data. ICES J Mar Sci. 62, 236-246

Crossin, G.T.; Heupel, M.R.; Holbrook, C.M.; Hussey, N.E.; Lowerre-Barbieri, S.K.; Nguyen, V.M.; Raby, G.D.; Cooke, S.J., 2017. Acoustic telemetry and fisheries management. Ecol Appl. 27, 1031-1049

González-Gurriarán, E.; Freire, J., 1994. Movement patterns and habitat utilization in the spider crab Maja squinado (Herbst) (Decapoda, Majidae) measured by ultrasonic telemetry. J Exp Mar Biol Ecol. 184, 269-291

Hussey, N.E.; Kessel, S.T.; Aarestrup, K.; Cooke, S.J.; Cowley, P.D.; Fisk, A.T.; Harcourt, R.G.; Holland, K.N.; Iverson, S.J.; Kocik, J.F.; Mills Flemming, J.E.; Whoriskey, F.G., 2015. Aquatic animal telemetry: A panoramic window into the underwater world. Science. 348, 1255642

Mucientes, G.; Irisarri, J.; Villegas-Ríos, D., 2019. Interannual fine-scale site fidelity of male ballan wrasse *Labrus bergylta* revealed by photo-identification and tagging. J Fish Biol. 95, 1151-1155

Pita, P.; Freire, J., 2011. Movements of three large coastal predatory fishes in the northeast Atlantic: a preliminary telemetry study. Sci Mar. 75, 759-770

Villegas-Ríos, D.; Alós, J.; March, D.; Palmer, M.; Mucientes, G.; Saborido-Rey, F., 2013. Home range and diel behavior of the ballan wrasse, *Labrus bergylta*, determined by acoustic telemetry. J Sea Res. 80, 61-71

Villegas-Ríos, D.; Alós, J.; Palmer, M.; Lowerre-Barbieri, S.K.; Bañón, R.; Alonso-Fernández, A.; Saborido-Rey, F., 2014. Life-history and activity shape catchability in a sedentary fish. Mar Ecol Prog Ser. 515, 239-250



Instituto de Investigaciones Mariñas | Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC) | C/ Eduardo Cabello, 6 | Vigo (Pontevedra) Spain
Contacto: alex@iim.csic.es

Proyecto Monitoreo con Telemetría Acústica del Comportamiento de especies costeras y evaluación de la protección ejercida por un área marina protegida (TAC) con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP. Con la colaboración del Parque Nacional-Marítimo Terrestre das illas Atlánticas de Galicia.

View publication stats