

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Distribución del Pez Luna *Mola alexandrini*
al Oeste de la Reserva Marina de Galápagos**

Proyecto de Investigación

Jackie Álvarez C.

Biología

**Trabajo de Titulación presentado como requisito para la obtención del
título Biología con concentración en Ecología Marina**

Quito 20 de diciembre de 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AMBIENTALES

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Distribución del Pez Luna *Mola alexandrini*
al Oeste de la Reserva Marina de Galápagos

Jackie Álvarez C.

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Alex Hearn

Firma del profesor

Lugar y fecha:

Quito, 20 de diciembre de 2018

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Jackie Stephanie Alvarez Calero

Código:

00116505

Cédula de Identidad:

05035371887

Lugar y fecha:

Quito, diciembre de 2018

RESUMEN

El pez luna (*Mola alexandrini*), puede realizar movimientos migratorios y verticales dentro la columna de agua en grandes escalas, y es encontrado en aguas superficiales en zonas relacionadas a estaciones de limpieza. En la Reserva Marina de Galápagos se encuentra al noroeste de Isabela en Punta Vicente Roca (PVR) y al norte de Fernandina. En este estudio se analiza la fidelidad de sitio de 23 individuos que fueron marcados en PVR, con 23 marcas acústicas y cinco marcas satelitales. La duración de visita promedio fue de 31 minutos, mientras que el tiempo máximo de duración de visita a los receptores acústicos estáticos fue de 10 horas.

Palabras clave: Mola, pez luna, sunfish, Galápagos, telemetría.

ABSTRACT

The sunfish (*Mola alexandrini*) undergoes big scale migratory movements in the water column and can be found in superficial waters in cleaning stations. These fishes have been located northeast of Isabela in Punta Vicente Roca (PVR) and north of Fernandina of the Galápagos Marine Reserve. For the study, 23 individuals were tagged in PVR with 23 acoustic marks and five satellite marks to measure site fidelity. The average visit site duration was 31 minutes, whereas the maximum visit site duration to the static acoustic receptor was 10 hours.

Key words: Mola, moonfish, sunfish, Galapagos, telemetry

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción.....	9
Telemetría acústica y satelital.....	11
Telemetría Acústica.....	13
Telemetría satelital.....	14
Molidae.....	17
Locomoción.....	18
Dieta.....	18
Visión.....	19
Estaciones de limpieza.....	19
Justificación.....	20
Objetivo General.....	21
Objetivos específicos.....	21
Materiales y Métodos.....	21
Sitios de estudio.....	21
Captura y manipulación de especímenes.....	22
Análisis de patrones de actividad.....	22
Análisis de movimientos.....	23
Índice de residencia.....	24
Resultados	24
Discusión.....	32
Conclusiones.....	35
Referencias Bibliográficas.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de *Mola alexandrini* marcados en Galápagos, 2016.....25

Tabla 2 Índice de residencia para el área de estudio.....31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital de las Islas Galápagos, Línea Base (línea azul), área de la RMG.....	10
Figura 2. Receptores.....	14
Figura 2 Descripción de El efecto Doppler.....	15
Figura 4. <i>Mola alexandrini</i> y <i>Mola mola</i>	17
Figura 5. Sitios de Estuio.....	19
Figura 6. Patrón de actividad de la población de <i>Mola alexandrini</i> de Punta Vicente Roca (PVR) y Cabo Douglas (CD).....	27
Figura 7 Patrón de actividad de la población <i>Mola alexandrini</i> de Cabo (CD), Fernandina.....	28
Figura 7 Patrón de actividad <i>Mola alexandrini</i> Punta Vicente Roca, (PVR).....	28
Figura 9 Sobrelapamiento de los sitios de estudio.	28
Figura 10 Representación gráfica del número total de avistamiento durante el estudio.....	28
Figura 11 Box plot que representa el tiempo de visita.....	29
Figura 12 Tracking Points de Spot Tags.....	29
Figura 13 Gráfico de análisis de densidad de Kernel.....	30

INTRODUCCIÓN

Las islas Galápagos están ubicadas a 1000 km de la línea costera de Ecuador en el océano Pacífico (Snell et al., 1996). Las islas forman parte del Parque Nacional Galápagos, creado el 4 de julio de 1959 y fueron declaradas como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO en 1979, aunque los esfuerzos de conservación comenzaron en 1934 y 1936, cuando el Gobierno ecuatoriano declaró algunas especies de fauna y flora como protegidas (Snell, et al., 1996). La Reserva Marina de Galápagos (RMG) fue creada en 1998; tiene una extensión de 133,000 km² y el área marina comprende 40 millas náuticas, medidas a partir de la línea base que rodea al archipiélago (Heylings, et al., 2002). Esta reserva fue creada a través de la ampliación de la Ley Orgánica de Régimen Especial para la Conservación de Galápagos (Danulat, 2002).

El archipiélago está dividido en cuatro bioregiones: la región del Lejano Norte conformada por las islas Wolf y Darwin; la segunda biorregión se ubica al noroeste y está formada por las islas Marchena y Genovesa. Ambas regiones están influenciadas por la corriente caliente de Panamá. La tercera biorregión de la zona oeste incluye a Isabela y Fernandina, siendo influenciada por la subcorriente de Cromwell. Finalmente está la zona central sureste, influenciada por la corriente de Humboldt (Danulat, 2002).

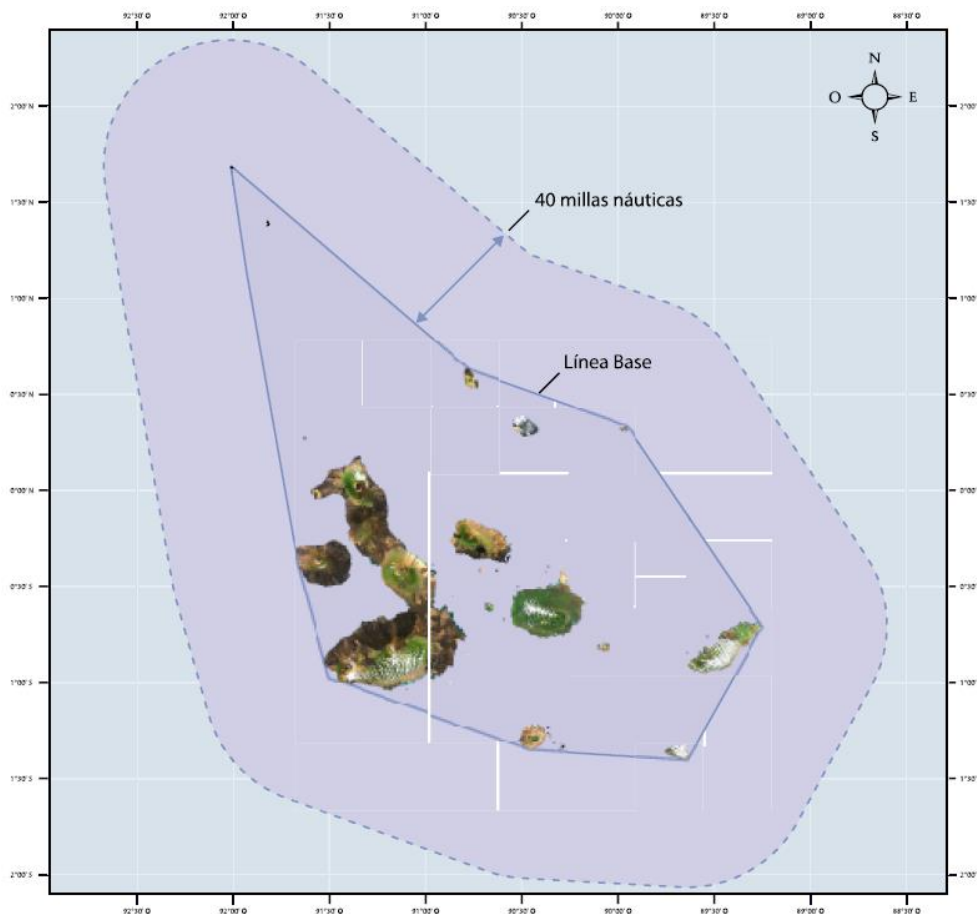


Figura 3. Imagen satelital de las Islas Galápagos, Línea Base (línea azul), área de la RMG (línea punteada). Extraído de (Heylings, P., Smith, R. & Altamirano, M., 2002).

La RMG cuenta con una zonificación: 1) Zona de uso múltiple; 2) Zona de uso limitado dividida en tres subzonas que son: conservación, uso extractivo y reparación. (Heylings, et al., 2002). Las condiciones de diversidad y de riqueza marina de las Galápagos son únicas, debido a que estas islas se encuentran en un punto geográfico que está influenciado por tres sistemas de corrientes marinas. Estas corrientes combinadas con la topografía submarina son la perfecta unión para moldear comunidades biológicas (Banks, 2002).

Las bioregiones tienen características especiales que son dadas por la corriente de mayor influencia, por lo que el archipiélago tiene dos estaciones marcadas, una fría (junio-diciembre) y una caliente (enero-mayo); esto hace más difícil el monitoreo y conservación de las especies, ya que previo a realizar estudios se debe conocer los patrones de avistamientos y comportamiento de los animales de interés, limitando el tiempo de los estudios en los periodos de muestreo (Mattos, et al., 2016). Por tal motivo, en la Reserva Marina de Galápagos se hace uso de telemetría satelital y acústica, que permite la extracción de información mucho más amplia de ciertas especies de interés.

Telemetría acústica y satelital

La telemetría es una herramienta que nos permite extraer información de movimientos verticales y horizontales de individuos, poblaciones y comunidades de organismos acuáticos cuyos rangos de hábitat son muy extensos. Los rangos de hábitat pueden cruzar de polo a polo pasando por zonas tropicales o estar en zonas fóticas y en profundidades abismales (Walker et al., 2012). La telemetría en la actualidad nos ayuda a entender la causa y las consecuencias de los movimientos de las especies y de los procesos ecológicamente relevantes (migraciones) en escalas temporales y espaciales (Hazen et al., 2012). La telemetría ha surgido a través de avances tecnológicos relacionados con la miniaturización de equipos como baterías, hardware y desarrollo de software (Hussey et al. 2015). Existen cinco tipos de telemetría: acústica, radio telemetría, telemetría de archivo, telemetría satelital, telemetría dual. En este estudio se hace uso de telemetría acústica y satelital (Cooke et al., 2004).

Además, es una herramienta de conservación, pues ayuda a confirmar la conectividad que existe entre la RMG y otras áreas protegidas como el Parque Nacional de la Isla de Cocos y el Santuario de Flora y Fauna de Malpelo (Hearn et al. 2013). Con la información obtenida muchos mecanismos de colaboración internacional se pusieron en marcha. Los planes de conservación internacional se enfocan en especies de alta movilidad, por lo que se propone la construcción de un corredor marino en el Pacífico Este Tropical.

Las Áreas Marinas Protegidas que forman parte del Corredor Marino Pacífico Este Tropical (PET), están altamente conectadas por las migraciones que realizan numerosas especies pelágicas. Se creó la iniciativa CMAR, que es liderada por los gobiernos de Ecuador, Costa Rica, Panamá y Colombia. La iniciativa tiene como objetivo crear una cooperación regional y uso sostenible de la diversidad biológica. Además, los estudios realizados con telemetría satelital y acústica muestran conectividad con especies del Ecuador continental (Hearn et al. 2013).

La telemetría acústica utiliza las ondas de sonido bajo el agua como elemento de recepción. Las ondas de sonido viajan 4 veces más rápido en el agua que en el aire, permitiendo que se las escuche casi en tiempo real. Esto permite realizar monitores in situ de especies marinas. Al igual que la radio telemetría, la telemetría acústica requiere de un transmisor que envíe señales y receptores para escuchar las señales. En la telemetría acústica se hace uso de un hidrófono que recibe señales acústicas, que luego se almacenan (Fish & Wildlife Monitoring, 2017).

La telemetría satelital se diferencia de los sistemas de telemetría radial y acústica que reciben las señales de un transmisor cercano, pues reciben señales de transmisores lejanos. Existen tres sistemas de comunicación satelital: GPS, Argos e Iridium. Cada cual opera de manera única; por ejemplo los satélites Argos, reciben datos posicionales y de otro tipo, de los transmisores en

tierra, y transmiten esa información a estaciones espaciales a estaciones terrestres (Fish & Wildlife Monitoring, 2017).

Telemetría Acústica

La telemetría acústica en la antigüedad se relacionaba con el método de “captura y recaptura”, volviéndola limitada, pues los datos obtenidos eran restringidos, porque solo proporcionaban información de movimiento y distribución a grandes escalas (Hussey et al., 2015). Con la llegada de la era tecnológica este método progresó por la aparición de dispositivos electrónicos (transmisores o tags). Los transmisores son unidades móviles usadas en animales; son autónomos porque envían los datos registrados hacia las estaciones fijas receptoras de retransmisión (Voegeli et al., 2001). Además, con el desarrollo de la tecnología las unidades móviles han sido beneficiadas por el aumento de su vida útil (batería) y la reducción de tamaño (Donaldson et al., 2014). Los estudios que utilizan esta innovación realizan mediciones de movimientos continuos de alta resolución sobre pequeñas escalas espacio-temporales (Donaldson, et al., 2014).

Las estaciones receptoras o recibidores acústicos contienen un hidrófono integrado, que es sumergido para detectar transmisiones a través de receptores de posición fija para supervisión o por receptores móviles para el seguimiento activo (Donaldson, et al. 2014). Se puede usar un rango de configuraciones incluyendo arreglos de receptores organizados en redes (triangulaciones). Los nodos pueden ser pequeños y geográficamente aislados o conectados a redes internacionales como Ocean Tracking Network. Dependiendo del sistema usado, el receptor necesitará cableado, como por ejemplo, Vemco (Halifax, Canadá), Lotek Wireless Inc. Dependiendo del modelo se puede usar dispositivos Bluetooth para extraer la información de los recibidores (Donaldson, et al. 2014).

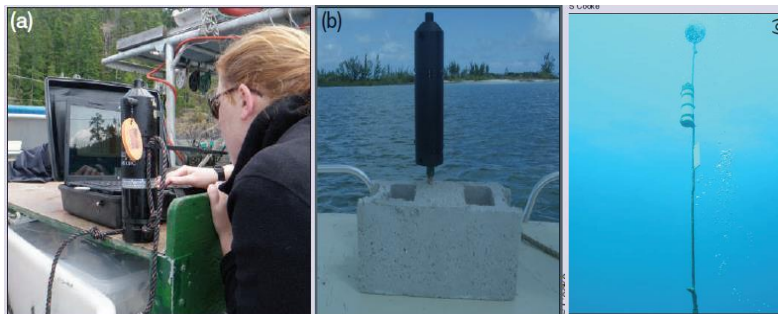


Figura 2. Receptores: a) Receptor acústico siendo programado (b) Un receptor acústico unido a un amarre antes del despliegue en un hábitat (c) Un receptor acústico amarrado en un hábitat marino.

Telemetría satelital

El monitoreo satelital de la mayoría de las especies migratorias pelágicas marinas se realiza con el sistema satelital Argos, porque tienen rangos de vida muy extensos y no siempre están cerca de las costas. Argos calcula la ubicación de los individuos midiendo el efecto Doppler en la frecuencia de transmisión ($401.650 \text{ MHz} \pm 30 \text{ kHz}$), la cual debe ser estable. El efecto Doppler es el cambio en la frecuencia de una onda de sonido u onda electromagnética, que ocurre cuando la fuente de vibración y el observador se mueven entre sí (Hays et al., 2007).

Cuando el satélite recibe un mensaje del transmisor (previamente puesto en el animal de interés), mide la frecuencia y marca el tiempo de la llegada. Una característica importante de la ubicación Doppler es la existencia de dos posiciones posibles de la plataforma, que proporcionan exactamente las mismas mediciones de frecuencia a bordo del satélite: la ubicación nominal "verdadera" y la ubicación especular "virtual". Son simétricos sobre la pista subsatelital y, desafortunadamente, no son a priori distinguibles (Hays et al., 2007).

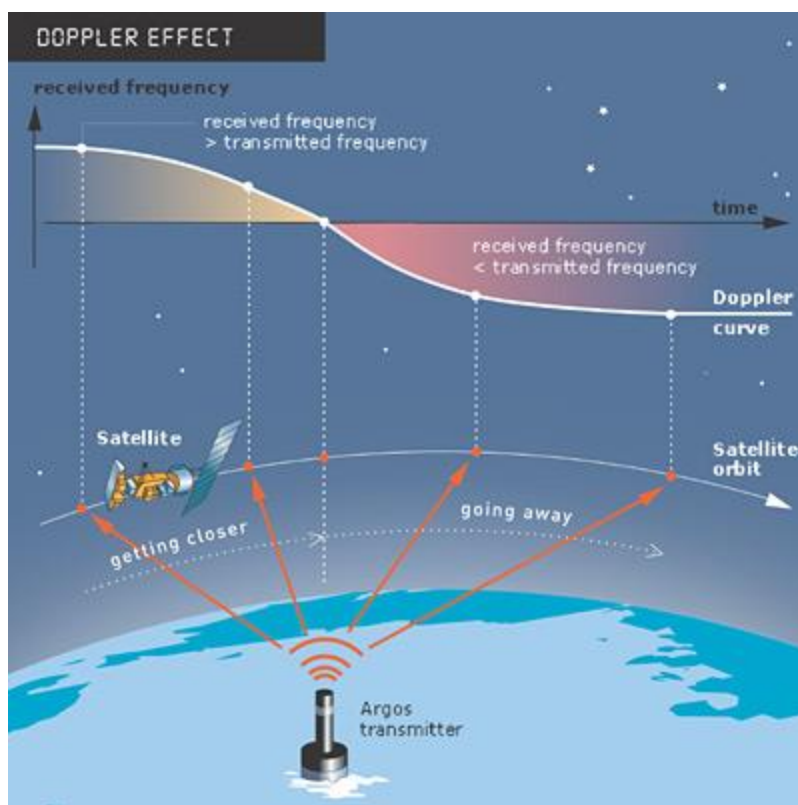


Figura 3. Descripción de El efecto Doppler. Extraído de (Argos-system, 2017)

Molidae

La familia Molidae es la representante pelágica del orden Tetraodontiformes (Bass et al., 2005). Dentro de la familia Molidae podemos encontrar tres géneros diferentes con al menos cinco especies distintas. Estas especies incluyen: *Masturus lanceolatus*, *Ranzania laevis*, *Mola mola*, *M. Tetra* y *Mola alexandrini* (Thys et al., 2013; Sawai et al., 2017). Todas las especies de mola son comúnmente conocidas como pez luna, pero sus sobrenombres cambian según la región geográfica en las que se encuentre y sus características físicas. Se ha reconocido con evidencia genética que el género *Mola* tiene dos especies hermanas que son *Mola mola*, y *M. alexandrini*. Los tiempos estimados de divergencia son relativamente reciente (0,05-0,32 ma para *M. mola* y

1,55-4,10 ma para *M. alexandrini*), por lo tanto el mecanismo de aislamiento no está claro (Bass et. al., 2005).

La Familia Molidae se distingue de las otras familias del orden tetraodontiformes por diferencias morfológicas que incluyen la reducción de elementos caudales, presencia de clavus, ausencia de vejiga natatoria y un degenerado esqueleto que se caracteriza por tener huesos extremadamente porosos (Johnson & Britz 2005). La columna vertebral está muy reducida sin costillas o aletas pélvicas y los músculos laterales no pueden cumplir su función de dar flexibilidad al cuerpo (Fraser-Brumer, 1951). Todos estos cambios morfológicos tienen como resultado un cuerpo rígido con aletas dorsales y anales fuertes, que son fuente de locomoción.

Mola mola y *Mola alexandrini* son a menudo confundidos, aunque muestran diferencias morfológicas claras. *Mola mola* tiene piel áspera y una banda reducida de denticles que corren entre sus aletas dorsal y anal a lo largo de la pseudo-cola (conocida como clavus) que no está presente en *Mola alexandrini*. En *M. alexandrini* la región del clavus está sostenida por 16 rayos de aleta, 12 de los cuales tienen osículos mientras que en *Mola mola* el clavus tiene 12 rayos en la aleta, ocho de los cuales tienen osículos. Los osículos de *M. alexandrini* se sitúan uno a lado del otro y son bastante amplios, mientras que los de *M. mola* están separados y hay menos espacios entre ellos (Thys, 2013).

En enero del 2018 se presenta un informe comparativo entre las especies de Molidae. Se diferenció a *Mola mola* de *Mola alexandrini* por los siguientes caracteres: Perfil de la cabeza con protuberancia, barbilla con bulto, escamas del cuerpo rectangulares, clavus redondeado por 14 a 24 rayos de aleta clavus y de 8 a 15 osículos en el margen posterior (Sawai, et al., 2018).

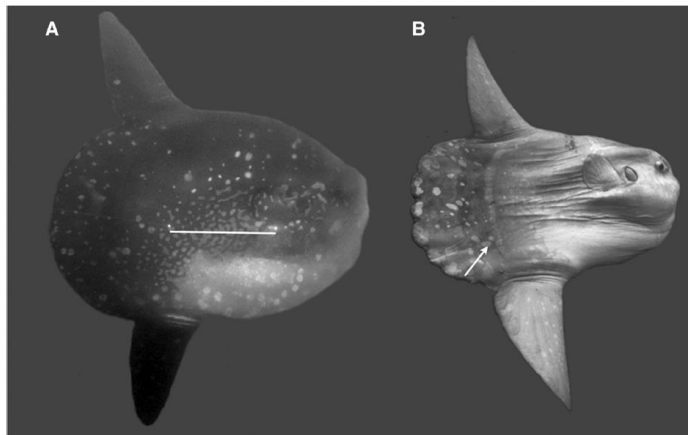


Figura 4. a) *Mola alexandrini* de Punta Vicente Roca. Barra de escala, 50 cm; longitud total, 144 cm (fotografía: Alex Hearn); b) *Mola mola* de las aguas de California. Flecha puntos a la venda de denticles reducidos (fotografía: Mike Johnson). Extraído de (Thys et al, 2013).

Ambas especies del género *Mola* se encuentran en aguas tropicales y subtropicales (Thys, 2013). Solo existe un estudio relacionado con el comportamiento de *Mola mola* que proviene de Indonesia, en donde se revela que son especies de profundidad; su rango térmico está entre temperaturas de 10° C y 27,5° C (relativamente uniforme) y profundidades de 0-250 m (Thys, 2017), aunque el buceo registrado más profundo es de 430 m (Thys, 1994). Este registro fue realizado por un submarino en el Océano Índico. *Mola alexandrini* prefiere los lugares con cruce de corriente y sigue sistemas frontales. Tal comportamiento es similar al de la especie *M. mola* (Thys, 2017). La especie *M. alexandrini* está dispersa en el hemisferio sur pero puede ser encontrada en lugares cercanos a la línea ecuatorial (Thys, et al. 2013). *Mola alexandrini* en Ecuador puede ser encontrada en las Galápagos y cerca de la línea costera en la isla de La Plata, ubicada dentro del Parque Nacional Machalilla. El nombre común de la especie es “Pez borracho”, debido al movimiento oscilante al nadar, dado por su morfología “cabeza de natación”, que vuelve a estos peces muy lentos y susceptibles a los predadores oceánicos (Thys, ,

1994). Sin embargo, tres diferentes especies de molas han sido reportadas en Galápagos respectivamente por Grove & Lavenberg (1997) y por McCosker & Rosenblatt (2010): *Mola mola*, *Ranzania laevis* y *Masturus lanceolatus*.

Es importante mencionar que ningún espécimen de *M. alexandrini* o *M. mola* han sido registrados esporádicamente en la línea costera de Sudamérica aunque este ligado a zonas del Indo-Pacífico se piensa que *M. mola* puede estar presente en el archipiélago porque pudo ser arrastrado por corrientes provenientes del Pacífico Oeste (Appeltans, et al. 2010), ya que el sitio de mayor registros de la especie se da en el lado oeste de la RMG al igual que su especie hermana *M. alexandrini* (Thys, et al. 2013).

Locomoción

Mola sp. es un nadador activo, ya que sincronizar sus aletas permite generar una frecuencia de movimiento constante que va de 3.0-0.6 Hz (Watabw & Sato, 2008). Varios estudios de telemetría han mostrado grandes distancias de movimientos en especímenes marcados. El tipo de movimiento que realizan con las aletas es denominado “cruceteo”, siendo este un mecanismo de propulsión. Esta especie tiene flotabilidad neutra, dada por una capa subcutánea de tejido gelatinoso y por el esqueleto con alto contenido de cartilago y huesos extremadamente porosos. Es importante recalcar que la especie carece de vejiga natatoria (Yancey et. al., 1989).

Dieta

La dieta de *M. alexandrini* no se conoce con certeza, pero estudios de contenidos estomacales de *M. mola* revelan que esta especie consume grandes cantidades de zooplanon gelatinoso, además de especies pequeñas pelágicas y algunas especies de algas, crustáceos, moluscos, hydrozoos y

peces (Kino et al., 2009).



Figure 5. Sitios de Estudio

Visión.

La visión de *Mola alexandrini* tampoco ha sido estudiada a profundidad, pero existen estudios en *M. mola* en los cuales se ha encontrado altas densidades celulares en el ganglio alto retinado, que está dirigido hacia la porción frontal inferior del campo visual. Tener un alto grado celular es señal de visión desarrollada, es decir, que pueden enfocar los objetos de interés. Varios estudios de comportamiento como el de Houghton et al., (2006) demuestran que los mola detectan a sus presas principalmente mientras descienden o en áreas de forrajeo cercanas al fondo marino (Kino et al., 2009).

Estaciones de limpieza.

M. alexandrini se caracteriza por tener una epidermis de lija que está bañada de una mucosidad, creando el ambiente perfecto para parásitos como copépodos, branquiuros y cirrípedos. Este tipo de parásitos se pueden encontrar en el opérculo y cavidad bucal (Thys, 1994). Otros parásitos como rémoras, protozoarios y miembros de Acanthodephala, son encontrados alrededor del cuerpo. En total se han registrado 54 especies de parásitos en *M. alexandrini* (Thys et al., 2013).

La familia Molidae es muy propensa a ser parasitada y uno de los comportamientos que ha adoptado para solucionarlo son las visitas a las estaciones de limpieza, que están formadas por estructura duras, utilizadas por los individuos para frotarse. Las estaciones de limpieza pueden ser encontradas en zonas cercanas a plataformas marinas y están protegidas de la actividad de corrientes (Phillips et al., 2015).

Justificación

Durante los primeros 10 años de la Reserva Marina de Galápagos, el enfoque de conservación fue desde los bordes hacia adentro, y con énfasis en hábitats y especies costeras (Danulat, 2002). Sin embargo, al ser la reserva marina más grande de la región, es importante entender su contribución a la conservación de especies pelágicas y migratorias tales como *M. Alexandrini*.

Es importante tener un conocimiento detallado de patrones de distribución espacial y temporal para el manejo y conservación de especies. El modelo de distribución de especies puede proporcionar información sobre la ecología espacial de especies raramente encontradas y se utiliza aquí para explorar el patrón de distribución de peces oceánicos como *Mola alexandrini* (Phillips et al., 2017). Esta especie no está evaluada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), esto porque su distribución no ha sido ampliamente

descrita. Este trabajo pretende identificar los patrones migratorios o establecer sitios de fidelidad de residencia para *Mola alexandrini*, para proporcionar una base de referencia muy necesaria en gestiones de conservación futuras.

Además, es necesario reconocer patrones de comportamiento para entender mejor la distribución de *M. alexandrini*. Las estaciones de limpieza son lugares frecuentados por una o más especies, por lo que su estudio puede mostrar fidelidad de sitio y patrones comportamentales específicos, así como interrelación de especies en procesos de limpieza (Grutter, 2002). El registro de estaciones de limpieza es importante porque no solo registra una especie de interés, sino que permite crear una base de datos con avistamientos de especies asociadas a las estaciones de limpieza de la especie en estado.

Objetivo General

Este estudio tiene como objetivo principal determinar las rutas migratorias o comprobar la residencia de *Mola alexandrini* en la zona norte Punta Vicente Roca del Archipiélago de Galápagos, mediante la telemetría acústica y satelital.

Objetivos específicos

1. Conocer la extensión del uso de hábitat de esta especie, su fidelidad y estacionalidad de presencia.
2. ¿*Mola alexandrini* tiene movimientos migratorios extensos o sus movimientos se limitan al archipiélago?

3. Analizar patrones de actividad en sitios de muestreo durante 24 horas y rastrear picos de actividad altos.

Materiales y métodos

Sitios de estudio.

La región norte de la isla Isabela, conocida como Punta Vicente Roca (PVR) (0.13945; -91.3202) fue el punto marcaje de los individuos. Este sitio fue elegido por tener registros previos de la especie por miembros de Lindblad Expeditions 1999, y estudios previos por Thys 2011, 2013, 2017, además de otros registros realizados por operadoras de buceo. En el sitio de estudio existen receptores que fueron previamente instalados. Los receptores son parte de una matriz regional de MigraMar (Thys et al., 2017).

Captura y manipulación de especímenes.

Las aletas dorsales de los individuos fueron identificadas desde un bote inflable. Una vez que el individuo está dentro del alcance, tres miembros del equipo entran al agua con aletas, máscara y tubo, y rodean al pez sosteniéndolo del perímetro del cuerpo y aletas dorsal y caudal. Una vez bajo control es llevado hacia un costado del bote en donde se mide la longitud total del cuerpo en centímetros. Se procede a hacer una insición de 2 cm debajo de la base de la aleta dorsal para colocar un tag ultrasónico (transmisor codificado V16-6H, 60-120), externamente a través de un ancla de titanio sostenida por dyneema en forma de anilla. Se marcaron 23 individuos. Un individuo fue etiquetado adicionalmente con satélite GPS. Estas etiquetas se colocan en la base del extremo dorsal en el lado opuesto del de la etiqueta ultrasónica y se conecta a través de dardos de titanio. El manejo de los animales era menor a 8 minutos y no se sacrificó ningún

individuo. Toda la manipulación se llevó de acuerdo con la regulaciones y permisos de dirección del Parque Nacional Galápagos (Permisos PC-69-16).

Empleamos dos receptores acústicos VEMCO VR2W (Uno en PVR y otro en CD) para monitorear pasivamente a los patrones de movimiento del pez luna. Los datos acústicos fueron extraídos después de un año. Para el monitoreo activo se utilizaron spot tag, que envían información a través de Argos. En total se marcaron 23 individuos con tags acústicos y cinco de estos individuos tiene marcas satelitales.

Análisis de patrones de visitas.

Para estimar el coeficiente de sobreposición se usó el paquete “Overlap”, mientras que para estimar los patrones de actividad se utilizó el paquete “Activity” (Meredith & Ridout, 2016).

Para evaluar los patrones de actividad es necesario comparar los coeficientes de superposición Δ de diferentes sitios de estudio. Un coeficiente de sobreposición se define como el área bajo la curva que se superpone entre los patrones de actividad, donde $\Delta=0$ significa que no hay actividad, y $\Delta=1$ corresponde a un solapamiento 100%; es decir, los patrones de actividad son idénticos en los sitios elegidos. Los coeficientes de sobreposición Δ se compararon mediante un bootstrap probabilístico usando el paquete de actividad (Meredith & Ridout, 2016).

La función fitact del paquete “Activity” se utiliza para medir el nivel diario de actividad, en donde se transforman las horas en radianes y se estima el nivel de actividad de una distribución. Se midió la actividad por sitio de estudio, es decir, PVR Y CD por separado y una en conjunto. Se realizó una estimación de los sitios de muestreo en conjunto con 1000 eventos de muestreo; el paquete estadístico proporciona medias de error (es decir, error de estándar e intervalos de

confianza del 95%). Para comparar los niveles de actividad entre sitios, usamos Wald, prueba que se ejecutó con el paquete “Activity” para R (Rowcliffe, 2015).

Análisis de movimientos.

El “home range” se analiza empleando “Kernel Density”, herramienta de ArcGIS. Este es un método no paramétrico; describe la probabilidad de encontrar un animal en un área (Rodgers, A. & Kie, J., 2011). Este método centra la función de densidad bivalente en cada punto grabado. Una cuadrícula se sobrepone en los datos y se da una estimación de densidad de probabilidad, se calcula en cada intersección de la cuadrícula sumando la superposición de volúmenes de los puntos. El estimador resultante de la densidad de probabilidad en ocasiones tendrá números muy grandes en áreas con muchas observaciones y valores bajos en áreas con pocas (Rodgers, A. & Kie, J., 2011). Las estimaciones de “home range” se obtienen dibujando líneas de contorno, en función de los volúmenes sumados de los núcleos de las intersecciones de las cuadrillas. Las líneas de contorno definen polígonos que representan el “home range” en diferentes niveles de probabilidad y cuyas áreas se pueden calcular (Worton, B., 1989).

Para mostrar el movimiento realizado por los individuos se crearon mapas que muestran los puntos satelitales enviados al satélite Argos, que muestran el área de uso o distribución de cada individuo.

Índice de residencia.

Para cada individuo se determinó el número total de detecciones, el número de días detectado entre la fecha de marcaje hasta la última detección en el área de estudio. Se dividió el número de días detectados para el número de detecciones totales, es decir, desde la fecha de marcaje hasta la última detección.

Resultados

Se realizaron dos temporadas de marcaje, siendo la primera en octubre del 2016 y la segunda en diciembre del 2016. En total se marcaron 23 individuos con tags acústicos y cinco individuos tienen marcas satelitales como se muestra en la Tabla 1.

Se observa un patrón de presencia bimodal para los *M. alexandrini* en CD, en donde los picos de presencia se dan a las 01:00 y 11:00 horas. La actividad disminuye a las 07:00 y 18:00 horas, como se muestra en la figura 6.

En la figura 8 se observa un patrón de actividad multimodal para las poblaciones de *M. alexandrini* en PVR, en donde los picos de actividad más notorios se dan 8, 11 y 23 horas. Mientras que la actividad disminuye entre las 4 y 18 horas.

Tabla 1. Resumen de *Mola alexandrini* marcados en Galápagos, 2016.

Mola #	V16_Tag_ID	Date_start	Date_end	Total detections	Time	Lat	lon	Site	Dsico_Width	Total_length	PSAT_ID	SPOT_ID
1	11159	12-Dec-16	12-Sep-18	39493	11:05	Not Recorded	Not Recorded	PVR	80	122		
2	11160	10-Dec-16	20-Jul-17	343	17:45	Not Recorded	Not Recorded	PVR	102	146		
3	11161	12-Dec-16	11-Jun-17	983	11:47	-0.02291	-91.58779	PVR	92	142		
4	11162	12-Dec-16	8-May-17	802	9:45	Not Recorded	Not Recorded	PVR	105	145		
5	19349	12-Dec-16	29-Dec-17	3086	8:12	N of Berkeley point		PVR	116	170		
6	19350	12-Dec-16	15-Apr-17	2587	15:15	0.02498	91.59275	PVR	99	149		
7	19351	12-Dec-16	3-Dec-17	1188	11:40	Not Recorded	Not Recorded	PVR	93	158		
8	19352	12-Dec-16	27-Oct-17	1914	11:21	Not Recorded	Not Recorded	PVR	166	116		
9	19353	12-Dec-16	17-Jan-17	270	11:05	Not Recorded	Not Recorded	PVR	113	177		
10	51916	13-Oct-16	27-Aug-17	1962	14:44	Not Recorded	Not Recorded	PVR	84 cm	Not Recorded	164553	
11	51917	12-Dec-16	10-Apr-17	121	11:54	Not Recorded	Not Recorded	PVR	99	149		
12	51918	12-Dec-16	19-Sep-17	1173	8:50	N of Berkeley point		PVR	106	150		
13	51919	12-Dec-16	27-Jul-17	2046	13:50	Not Recorded	Not Recorded	PVR	109	173		
14	51920	15-Oct-16	1-Jul-17	3023	14:08	-0.3.840	-91.32708	PVR	97	143	164560	164563
15	51921	14-Oct-16	13-Sep-18	7343	15:17	-0° 3.493	-91.33380	PVR	79	116	164557	151673
16	51922	15-Oct-16	18-Aug-17	1312	15:05	-0° 3.612	-91.33175	PVR	106	160	164558	151675
17	51923	12-Dec-16	14-Aug-17	887	14:44	-0.02349	91.5943	PVR	105	157		
18	51924	15-Oct-16	3-Jul-17	491	15:24	-0° 3.377	91.3267	PVR	110	175	164559	
19	51925	14-Oct-16	6-Sep-18	4887	14:52	-0° 3.735	-91.33869	PVR	82	117	164556	164564
20	51926	14-Oct-16	27-Oct-17	1342	14:35	-0° 3.562	-91.33837	PVR	96	160	164555	164562
21	51927	13-Oct-16	7-Jul-17	2894	14:31	Not Recorded	Not Recorded	PVR	100	Not Recorded	164554	
22	51928	12-Dec-16	18-Jun-18	2446	12:17	Not Recorded	Not Recorded	PVR	109	160		
23	51929	12-Dec-16	27-Feb-17	294	12:45	Not Recorded	Not Recorded	PVR	119	178		

El solapamiento de actividad de las poblaciones de PVR y CD se muestra en la figura 8. En el solapamiento de poblaciones existe una coincidencia de incremento de actividad alrededor del

mediodía y las dos de la mañana (área sombrada gris), El índice $\Delta 4$ de superposición es de 0,70. Esto se hace evidente cuando se comparan las figuras 5 y 6, en donde se muestra diferentes picos de actividad, como por ejemplo: pico de actividad de PVR 23 horas en la noche y el descenso de actividad se da a las 8 horas en la mañana, mientras que el descenso de actividad para CD se da a las 4 horas de la mañana.

Los meses con mayor cantidad de detecciones fueron de noviembre a enero y junio a marzo, mientras que septiembre es el mes con menos detecciones como se muestra en la figura 9. Estas detecciones se basan en los 23 individuos en estudio.

El tiempo de visita calculado para cada individuo se representa en la figura 9 en un Box plot, en donde el tiempo promedio de visita fue de 32 minutos y el tiempo máximo fue de aproximadamente 10 horas. Es importante saber que se cuenta una visita como nueva cuando se pasa de la media hora.

La figura 11 muestra los puntos satelitales procedentes de spot tags de tres individuos (164563, 151675, 151673), donde se evidencia que el rango de movimiento de los individuos se queda dentro del área de estudio. Siendo el punto más lejano el punto del tag 151675 al norte frente al volcán Wolf, al sur el mismo individuo en la zona sur de Fernandina, pasando el canal de Bolívar.

El índice de residencia nos muestra un porcentaje del tiempo total de transmisión. Este índice está medido entre cero y uno, siendo cero no residente y uno residente. En este caso los individuos con mayor presencia en el área de estudio son 19353 con un porcentaje de 0,37 y 11159 con un porcentaje de 0,36 (tabla 2). Estos porcentajes son muy variables, pues dependen de la cantidad de detecciones registradas por los receptores acústicos estáticos y el tiempo en el

que el tag móvil estuvo activo cerca al receptor, por lo que no todos los individuos tienen el mismo número de detecciones. Esto puede ser por movimientos migratorios o en la columna de agua.

La figura 12 representa el número de detecciones para cada sitio de estudio. Los puntos azules representan los avistamientos en PVR, mientras que los puntos naranjas se relacionan a CD. Para PVR el individuo con mayor número de detecciones es 51921, marcado el 15-OCT-16 y su última detección se realizó el 13 septiembre de 2018. Este individuo muestra 23 meses consecutivos de presencia. Para CB el individuo con mayor número de detecciones es el 11161 con 131 detecciones, el individuo fue marcado el 12 de diciembre de 2016 y su último registro fue el 11 de junio de 2017.

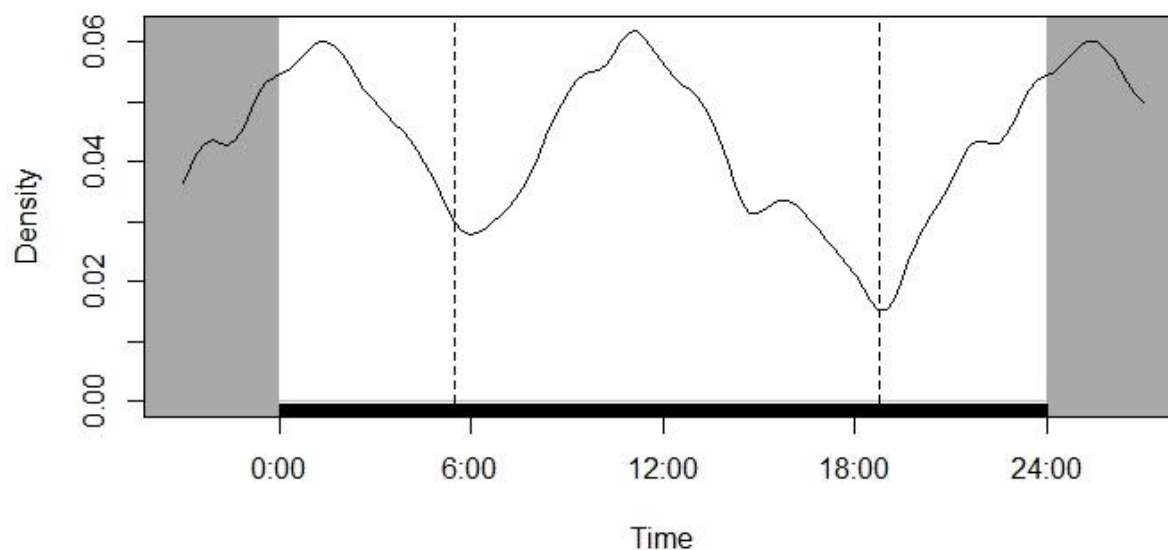


Figura 6. Patrón de presencia de la población *Mola alexandrini* de Cabo (CD), Fernandina.

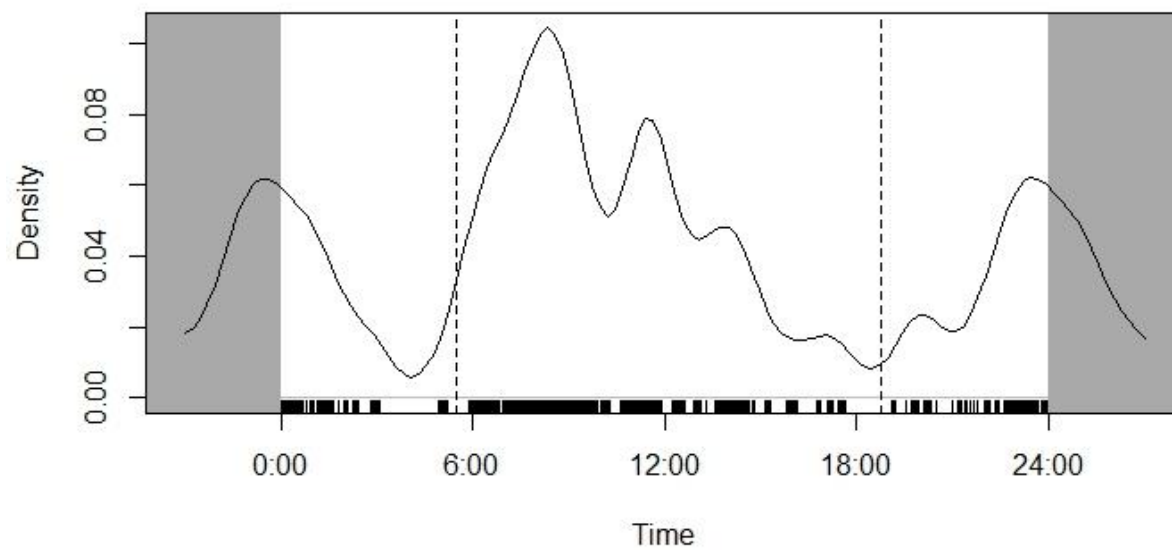


Figura 7. Patrón de presencia *Mola alexandrini* Punta Vicente Roca, (PVR)

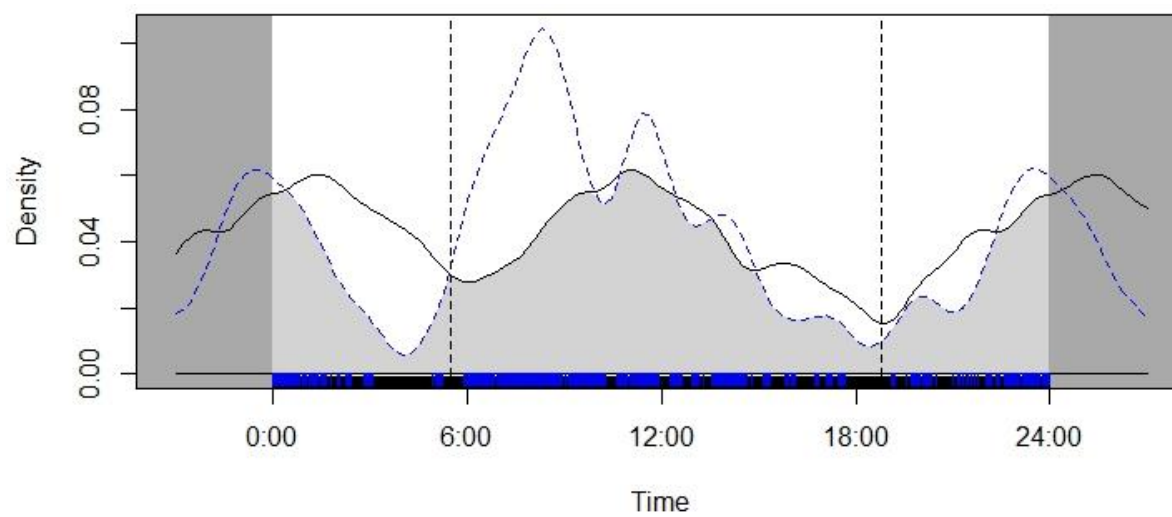


Figura 8. Sobrelapamiento de los sitios de estudio.

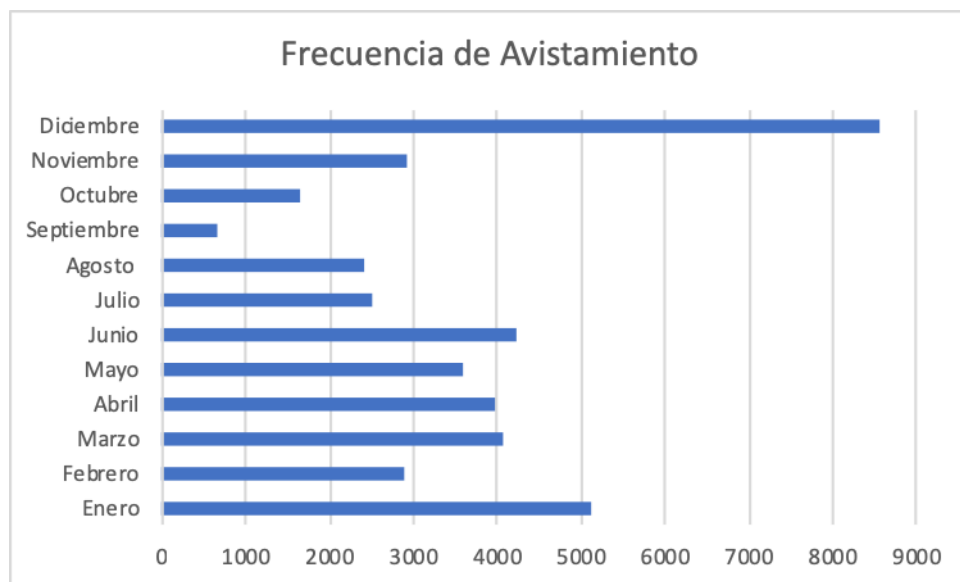


Figura 9. Representación gráfica del número total de avistamiento durante el estudio

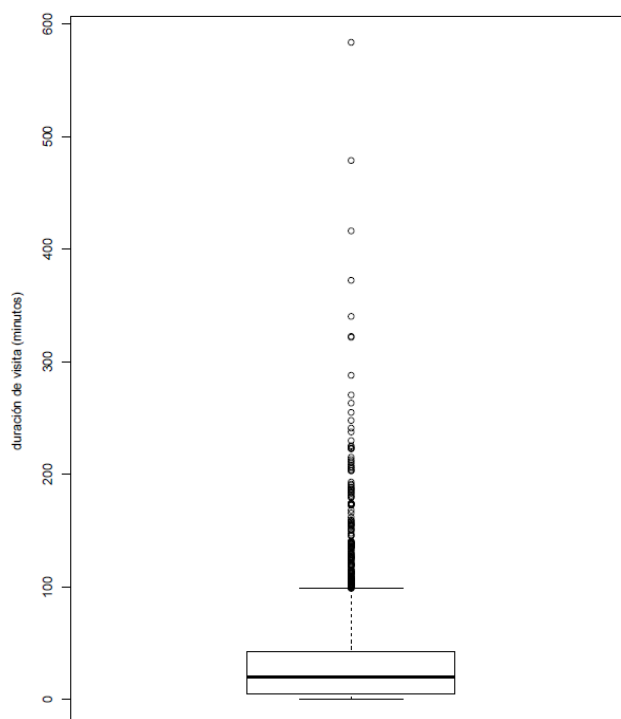


Figura 10. Box plot que representa tiempo de visita.

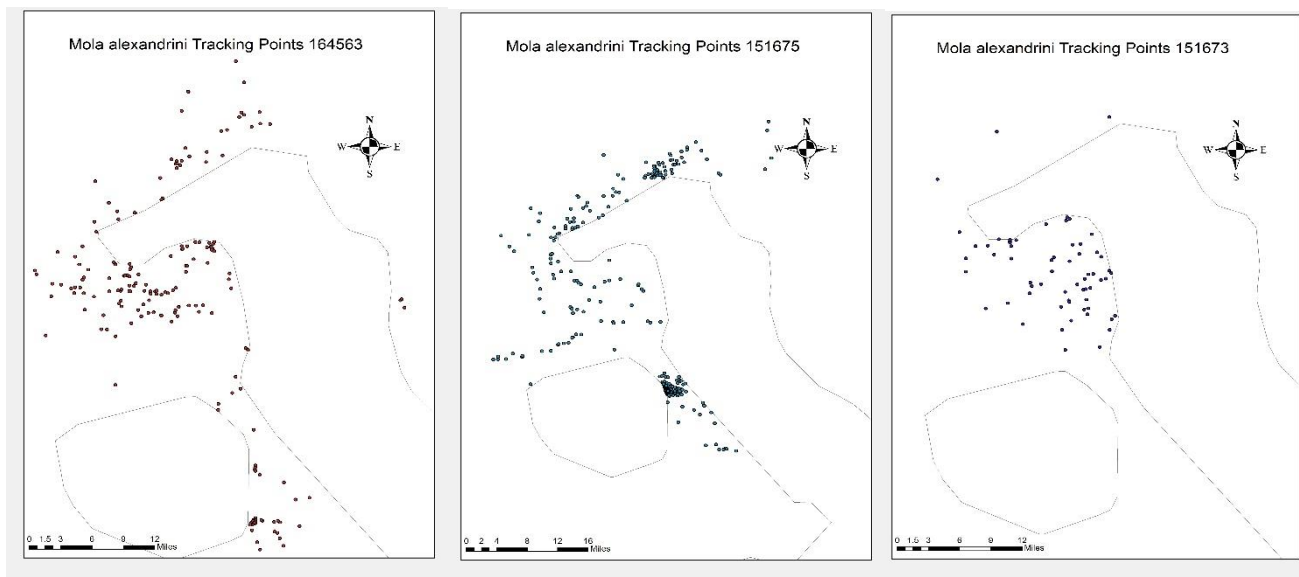


Figura 11. Tracking Points de marcas satelitales tipo SPOT.

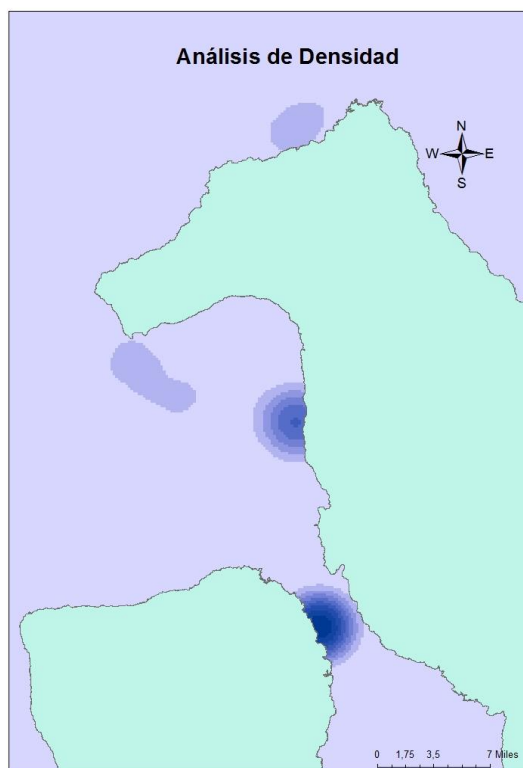


Figura 12. Gráfico de análisis de densidad de Kernel.

Tabla 2. Índice de residencia para el área de estudio.

Tag_ID	Total_detecciones	Días detección	Índice residencia
19353	35	13	0.37
51916	312	44	0.14
51917	312	6	0.02
51918	291	28	0.10
51919	222	38	0.17
51920	289	61	0.21
51921	716	175	0.24
51922	307	35	0.11
51923	262	24	0.09
51924	291	17	0.06
51925	714	131	0.18
51926	379	30	0.08
51927	267	60	0.22
51928	552	76	0.14
51929	69	11	0.16
19352	320	66	0.21
19351	278	39	0.14
19350	124	52	0.42
19349	381	65	0.17
11162	145	28	0.19
11161	181	29	0.16
11160	221	16	0.07
11159	657	237	0.36

Discusión

Los movimientos de *Mola alexandrini*, en el oeste del archipiélago de Galápagos, fueron registrados por 23 tags acústicos y 5 marcas satelitales, teniendo un total de 23 individuos registrados aproximadamente por un año. Se encontró picos de horas de mayor actividad en donde existen diferencias entre los sitios de estudio Punta Vicente Roca (PVR) y Cabo Douglas (CD). Además, se denota una ligera tendencia al aumento de detecciones acústicas entre los meses de noviembre a enero y junio a marzo (figura 9). También detectamos un grado alto de fidelidad a las áreas de estudio localizadas en PVR (Isabela) y conectividad con Cabo Douglas, ubicada en la isla de Fernandina.

Fidelidad al área de estudio: Se utilizaron 5 marcas satelitales de las cuales 2 se perdieron frente a PVR y fueron arrastradas por corrientes. Las tres restantes ayudaron a identificar que los individuos marcados tienen una alta afinidad por el sitio de estudio. Las marcas satelitales muestran que el rango de vida de los individuos se extiende desde el frente del volcán Wolf al norte de Isabela y al sur de Fernandina en la salida del canal de Bolívar, como se muestra en la figura 10. Los tres peces con marcas registran movimientos que van de sur a norte o viceversa, y tienen movimientos en los que se acercan a la costa y también detecciones offshore. Este comportamiento ha sido registrado en varias especies del mismo género como *Mola mola*. El acercamiento a las costas se justifica por procesos de limpieza que se realizan en las estaciones de limpieza y que son realizados por damiselas, entre otros. Además, se han registrados procesos de limpieza en donde los peces luna se frotan contra paredes rocosas para limpiarse de parásitos

(Lara et al., 2016). De igual manera, los análisis de densidad de Kernel muestran agregaciones cercanas y lejanas a las costas, como se muestra en la figura 11.

Frecuencia de detecciones: El incremento de las detecciones de pez luna se da entre los meses de diciembre a mayo, siendo influenciados por la corriente cálida de Panamá. Este cambio estacional tiene efectos en la cantidad de viento que golpea al lado oeste del archipiélago y que causa aguas superficiales más tranquilas. Estas condiciones generan un ambiente favorable para que el pez luna realice procesos de limpieza en aguas superficiales. Al aumentar la temperatura la termoclina es más pronunciada (Palacios, 2002, Thys et al., 2006). Durante la estación fría la frecuencia de las detecciones disminuye y van incrementando hacia el cambio de estación (Palacios, 2004). Esto se debe a la influencia de la corriente de Humboldt que trae aguas frías. A pesar de que la productividad disminuye entre los meses de la influencia las aguas cálidas, el lado oeste del archipiélago siempre está influenciado por la subcorriente de Cromwell (Palacios, 2004).

Durante este estudio se pudo detectar estaciones de limpieza dentro y alrededor del área de estudio. Dichas estaciones de limpieza fueron documentadas gracias a la ayuda de Guías Especializados de la Reserva Marina de Galápagos. Las estaciones de limpieza son esenciales para mantener la salud de animales y para los sistemas de arrecifes (Thys et al., 2017).

Las fechas que se utilizaron para los análisis de frecuencia de detección, así como la información del tiempo que se utilizó en los diagramas de actividad fueron extraídas de los receptores acústicos VR2, que recibieron emisiones de los 23 individuos marcados. Los receptores acústicos VR2, ubicados en PVR (-91.5592, 0.053355) y CD (-91.1979, -0.02611), se encuentran a una profundidad de 32 metros y 27 metros respectivamente. Los picos de actividad para PVR fueron 8,11 y 23 horas, como muestra la figura 6, mientras que para CD figura 6, los picos de actividad

se dieron 1 y 11 horas. Asimismo, en la figura 7 se realizó una comparación entre los sitios en estudio en donde se muestra un patrón bimodal de actividad con un incremento entre las 1 y 11 horas y disminuye entre las 7 y 18 horas. Este comportamiento puede estar relacionado a la necesidad térmica y a los patrones alimenticios. El rango promedio de profundidad registrado en el pez luna es de 250 metros (Thys et al., 2017). Muchos estudios sugieren que los movimientos en la columna de agua de la familia Molidae hacia aguas más profundas, puede ser un medio para localizar presas de zooplancton profundas (Phillips et al., 2015). Típicamente tales inmersiones a profundidad constituyen periodos diurnos y nocturnos, como se muestra en la figura 8. El solapamiento de la actividad de las poblaciones de PVR Y CD se muestra en la figura 8, en donde existe una coincidencia de incremento de actividad alrededor del mediodía y las dos de la mañana, dando como resultado un índice $\Delta 4$ de sobreposición de 0,70, mostrando que la diferencia de actividad no es alta, más bien es bastante sinónima. Por lo tanto, el aumento de actividad en aguas superficiales entre las 1 y 11 horas como se observa en la figura 5 se puede atribuir a una necesidad de recuperar temperatura corporal (Phillips, et al. , 2015).

La disminución de la presencia puede ser causada por el movimiento de los animales fuera del rango del alcance del receptor acústico estático. La figura 10 que nos muestra los “tracking points” de los Spot tags, indica que los animales pueden moverse varios kilómetros alrededor del área de estudio (Phillips et al., 2017). Inspecciones subacuáticas de investigaciones pasadas como “Satellite tracking and site Fidelity of short Ocean Sunfish, *Mola ramsayi*, in the Galápagos Islands”, sugieren que PVR es una estación de limpieza durante todo el año, pues los arrecifes son pocos profundos y proporcionan condiciones de refugio seguro.

Índice de Residencia: La fidelidad de sitio fue definida por la cantidad de días que el individuo fue registrado por al menos una vez en el área de estudio (PVR-CD), que se expresa con el

porcentaje de la duración total del seguimiento. Ninguno de los individuos presentó un porcentaje mayor al 40%. De cualquier manera, el individuo con mayor presencia en el 11159 tuvo detecciones consecutivas de hasta 29 días en un mes, teniendo ausencia cortas, que pueden estar relacionadas por movimientos del individuo en la columna de agua. Estudios de comportamiento realizados para *Mola* muestran migraciones verticales que se relacionan con patrones térmicos y de productividad, producidos por corriente (Thys et al., 2017). Además, los individuos en estudio presentaron un patrón de inmersiones repetidas; estos patrones también fueron registrados para este estudio, teniendo picos de frecuencia durante el día y la noche (figura 8).

Conclusiones

Este estudio presenta información acerca de la distribución de *Mola alexandrini* en el oeste de Galápagos, la frecuencia de avistamientos y la relación con la estacionalidad al que el archipiélago está expuesto. Conjuntamente se muestran los patrones de actividad de la especie registrados durante un año, en donde se describe el patrón de comportamiento de la especie de forma horizontal y en la columna de agua, relacionado con fisiología y alimentación. Se presenta que las especies tienen una alta afinidad al sitio de estudio, pues la mayoría de tags acústicos enviaron señales desde octubre del 2016 hasta finales del 2017 e inicios del 2018.

Referencias Bibliográficas

- Appeltans, W., Bouchet, P., Boxshall, G., Fauchald, K., Gordon, D., Hoeksema, B., Poore, G., van Soest, R., Stöhr, S., Walter, T. & Costello, M. (2010). *World Register of Marine Species*. WoRMS. Obtenido de <http://www.marinespecies.org>.
- Argos-system*. (27 de 12 de 2017). Obtenido de http://www.argos-system.org/manual/3-location/32_principle.htm
- Banks, S. (2002). *Ambiente Físico*. Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos: Fundación Charles Darwin, Parque Nacional Galápagos.
- Bass, A., Dewar, H., Thys, T., Streelman, J. & Karl, S. (2005). Evolutionary divergence among lineages of the ocean sunfish family, Molidae (Tetraodontiformes). *Marine Biology*, 148(DOI 10.1007/s00227-005-0089-z), 405-414.
- Cooke, S., Hinch, S., Wikelski, M., Andrews, R., Kuchel, L., Wolcott, T. Butler, P. (2004). *Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology*. Trends in Ecology & Evolution. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534704001120>
- Danulat E & GJ Edgar . (2002). *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad*. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos.
- Donaldson, M., Hinch, S., Suski, C., Fisk, A., Heupel, M. & Cooke, S. (2014). *Making Connections in aquatic ecosystem with acoustic telemetry monitoring* (Vol. 110). The Ecological Society of America.
- Espinoza, S, & Salvador, J. (2017). *Hunters' landscape accessibility and daily activity of ungulates in Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador*. *Therya*.

- Fish & Wildlife Monitoring*. (27 de 12 de 2017). Obtenido de <http://www.lotek.com/fish-and-wildlife-monitoring-technologies.htm>
- Fraser-Brumer, A. (1951). *The ocean sunfish (Family Molidae)* (Vol. 1). Bull Br Mus (Nat Hist) Zool.
- Groot, R. (1983). *Tourism and Conservation in the Galapagos Islands*. Biological Conservation.
- Grove, J. & Lavenberg, R. (1997). *The fishes of the Galápagos*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Grutter, A. (2002). *Cleaning symbioses from the parasites' perspective*. Cambridge University Press.
- Hays, G, Bradshaw, C, James, M, Lovell, P & Simes, D. (2007). *Why do Argos satellite tags deployed on marine animals stop transmitting?* Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.
- Hazen, E., Maxwell, S., Bailey, H., Bograd, S., Hamann, M., Gaspar, P., Godley, B. & Shillinger, G. (2012). *Marine Ecology Progress Series*, 457(10.3354/meps09857), 221-240.
- Heylings, P., Smith, B. & Altamirano, M. (2002). *Zonificación e Historia de La Reserva Marina de Galápagos*. Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos: Charles Darwin Foundation.
- Houghton, J.D. Doyle, T.K. Devenport, J. & Hays, G. (2006). *The ocean sunfish Mola mola: insights into distribution, abundance and behaviour in the Irish and Celtic Seas*. Recuperado el 03 de 09 de 2017, de <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30058371/hays-oceansunfish-2006.pdf>
- Hussey, N., Kessel, S., Aarestruo, K., Cooke, S., Cowley, P., Fisk, A., Harcourt, R., Holland, K., Iverson, S., Kodik, J., Fleming, J. & Whoriskey, F. (2015). Aquatic animal telemetry: A panoramic window into the underwater world. *Science*, 348, 1221-1229.
- Johnson, G. & Britz, R. (2005). *Leis' conundrum: Homology of the clavus of the ocean sunfish. 2. Ontogeny of the median fins and axial skeleton of Ramoanzania laevis (Teleostei, Tetradontiformes, Molidae)*. *J Morphol*, 266, 11-21.

- Kino, M., Miayzaki, T., Iwami, T., Kohbara, J. (2009). Retinal topography of ganglion cells in immature ocean sunfish *Mola mola*. *Environ Biol Fish*, 85, 33-38.
- Lara, S., Queiroz, N., Mucientes, G., Humphries, E & Sims, D. (2016). *Environmental influence on the seasonal movements of satellite-tracked ocean sunfish Mola mola in the north-east Atlantic*. *Animal Biotelemetry*.
- Mattos, P., Silva, K. & Secchi, E. (2016). *Long-Term Seasonal and Interannual Patterns of Marine Mammal Strandings in Subtropical Western South Atlantic*. Plos ONE.
- McCosker, J. & Rosenblatt, H. (2010). *The fishes of the Galápagos Archipiélago* (Vol. 61). Proceedings of the California Academy of Science.
- Meredith, M & Ridout, M. (2016). *Overview of the overlap package*. Obtenido de <https://cran.r-project.org>
- Palacios, D. (2002). *Factors influencing the island- mass effect of the Galápagos Archipelago*. *Eater Resources Research*. Obtenido de <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2002GL016232>
- Palacios, D. (2004). *Seasonal patterns of sea-surface temperature and ocean color around the Galápagos: regional and local influences*. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/journal/deep-sea-research-part-ii-topical-studies-in-oceanography>
- Philips, N., Reid, N., Thys, T., Harrod, C., Payne, N., Morgan, C., White, H., Porter, S. & Houghton, J. (2017). *Applying species distribution modelling to a data poor, pelagic fish complex: the ocean sunfishes*. *Journal of Biogeography*.
- Phillips, N., Harrod, C., Gates, A., Thys, T. & Houghton, J. (2015). *Seeking the sun in deep, dark places: mesopelagic sightings of ocean sunfishes. (Molidae)*. Recuperado el 03 de 09 de 2017, de <http://onlinelibrary.wiley.com.sci-hub.io/doi/10.1111/jfb.12769/full>

- Rodgers, A. & Kie, J. (2011). *ArcGIS User's Manual*. Obtenido de <http://flash.lakeheadu.ca/~arodgers/hre/HRT%20Users%20Manual%20Draft%20August%2010%202011.pdf>
- Rowcliffe, M. (2015). *R Package 'activity'*. Obtenido de <https://cran.r-project.org>
- Sawai, E. Yamanoue, Y., Nyegaard, M. & Sakai, Y. (2018). *Redescription of the bump-head sunfish Mola alexandrini (Ranzani 1839), senior synonym of Mola ramsayi (Giglioli 1883), with designation of a neotype for Mola mola (Linnaeus 1758) (Tetraodontiformes: Molidae)*. The Ichthyological Society of Japan .
- Snell, H., Stone, P. & Snell, H. (1996). *A summary of Geographical characteristics of Galapagos Islands*. Journal of Biogeography.
- Thys, T. (1994). Swimming heads. *103*, 36-39.
- Thys, T., Whitney, J., Hearn, A., Weng, K., Peñaherrera, C., Jawad, L. Shigueto, J., Mangel, J. & Karl, S. (2013). First record of the southern ocean sunfish, *Mola ramsayi*, in Galapagos Marine Reserve. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, *6*, 1-4.
- Thys, T., Ryan, J., Weng, K., Erdmann, M. & Tresnati, J. (2016). *Tracking a Marine Ecotourism Star: Movements of the Short Ocean Sunfish Mola ramsayi in Nusa Penida, Bali, Indonesia*. Journal of Marine Biology.
- Thys, T., Hearn, A., Weng, K., Ryan, J. & Palma, P. (2017). *Satellite Tracking and Site Fidelity of Short Ocean Sunfish, Mola ramsayi, in the Galapagos Islands*. Journal of Marine Biology .
- V.L Todd, J. G. (2010). *First records of golden trevally (Gnathodon speciosus, Carangidae), sharp-tail mola (Masturus lanceolatus, Molidae) and evidence for white shark (Carcharodon carcharias, Lamnidae) in the Galapagos Islands, Ecuador*. Marine Biodiversity Records.

Voegeli, F., Smale M. & Webber, D., Andrade, Y. & O'Dorc. (2001). Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. *Environmental Biology of Fishes*, 60, 267-281.

Walker, K., Trites, A., Haulena, M & Weary, D. (2012). A review of the effects of different marking and tagging technique on marine mammals. *Wildlife Research*, 39(<http://dx.doi.org/10.1071/WR10177>), 15-30. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1071/WR10177>

Watabw, Y. & Sato, K. (22 de Octubre de 2008). *Functional dorsoventral symmetry in relation to lift basde swimming in the ocean sunfish Mola mola*. Recuperado el 03 de 09 de 2017, de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0003446>

Worton, B. (1989). *Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies*. Ecology. Obtenido de https://www.jstor.org/stable/1938423?seq=1#page_scan_tab_contents

Yancey, PH., Lawrence-Berry, R. & Douglas MD. (1989). Adaptations in mesopelagic fishes. *Marine Biiology*, 103, 453-459.