



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

**“IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE TELEMETRÍA EN LA
ORCA - *ORCINUS ORCA*, DENTRO DE LA RESERVA MARINA
DE GALÁPAGOS”**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

COLOMA VILLACRÉS ANDREA DANIELA

MORALES TORRES KEVIN ARIEL

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento especial es para nuestra querida Universidad ya que en ella se atesoran grandes formadores de excelencia académica y forjadores de carácter y personalidad.

Docentes académicos que en su debido momento formaron parte de nuestro desarrollo profesional, con sus enseñanzas y consejos.

Nuestros compañeros quienes siempre supieron estar a nuestro lado a pesar de las diversas circunstancias, trabajando en compañerismo y aprendiendo de cada uno de ellos con sus buenos aportes.

DEDICATORIA

A pesar de todos los retos y desafíos que experimenté durante mi carrera de pregrado, con cada obstáculo que debí enfrentar y vencer, jamás me sentí sola Dios estuvo conmigo en todo tiempo dándome la fortaleza necesaria para continuar y culminar esta importante etapa de mi vida. Por lo tanto es para Él en primer lugar mi más grande y absoluto agradecimiento. Agradezco a mis padres quienes me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida y me han animado a seguir en pie cuando he tropezado, a ellos debo todo lo que he logrado alcanzar hasta el momento.

Andrea D. Coloma Villacrés

Durante el recorrido de toda mi carrera universitaria siempre tuve el valor de aceptar todo desafío que se me presentaba, sabía que no estaba solo, que Dios, mi familia y amistades me prepararon para enfrentar cada uno de ellos. Sabía que si comenzaba algo debía de terminarlo, de hecho el estar enfocado en los sentimientos que me determinan, dándome logros, poderlos controlar ha sido un reto. Gracias a mis padres que han sido gran parte de todo esto, en virtudes y defectos, a mi madre mi mayor orgullo el más profundo agradecimiento.

Kevin A. Morales Torres

EVALUADOR DEL PROYECTO

.....
Paolo Piedrahita Ph.D

Tutor Proyecto Integrador

.....
Cesar Bedoya MsC.

Profesor Materia Integradora

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOLE realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Coloma Villacrés Andrea Daniela

.....
Morales Torres Kevin Ariel

RESUMEN

La Orca es una especie que se considera cosmopolita dentro de la familia de los cetáceos, la cual se observa en todas las regiones marinas del planeta. En Ecuador las orcas mantienen una distribución entre la costa continental y alrededor del Archipiélago de Galápagos. Debido a la escasa información científica acerca de ésta especie migratoria, se ha propuesto llevar a cabo la implementación de técnicas de telemetría en Orcas, con el fin de obtener datos que logren sustentar el reconocimiento de la Reserva Marina de Galápagos (RMG), como una zona de interacción, de crianza y/o reproducción de ésta especie. Para llevar a cabo la investigación, los individuos claves serían orcas adultas (machos o hembras), de ésta manera se podría obtener registros de rutas migratorias que mantienen las orcas, también se obtiene los sitios de mayor preferencia, definiendo éstos sitios como crianza, alimentación o reproducción. Es necesario establecer zonas geográficas para que los avistamientos de las orcas sean registrados y establecer antecedentes tomando en cuenta las que hayan sido avistadas por pescadores locales, turistas, investigadores, entre otros. Al ser ésta la primera investigación llevada propuesta, se requiere de mucha paciencia para poder obtener los avistamientos deseados. Lo que podemos hacer es establecer que especies son su alimento y en base a ello tenemos que ir a las zonas donde existe su concentración o abundancia. En cuanto al proceso del marcaje se considera esencial mantener la integridad de los investigadores como también el bienestar de las orcas, tomando en consideración que el proceso de marcaje no ponga en riesgo ninguna vida ni afecte la conducta del animal. Por lo tanto se sugiere realizar el marcaje de las orcas en estado silvestre, sin necesidad de capturar al animal. Se ha propuesto una metodología fácil de llevar a cabo; el científico desde un bote con motor disparara el sensor a través de una ballesta, ésta está

cargada con aire a presión y va directamente a la base de la aleta dorsal, se sugiere esta zona del cuerpo de la orca ya que es la primera parte de su cuerpo que entra en contacto con la superficie, de ésta manera la señal es enviada sin interferencias al satélite. La presente investigación mantendría una técnica útil y necesaria para lograr el estudio de la ecología y comportamiento de las orcas, la cual determina los patrones estacionales de distribución y cuál es su abundancia relativa en las diferentes áreas transitadas.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
EVALUADOR DEL PROYECTO.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN.....	vi
ABREVIATURA.....	3
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	4
CAPÍTULO 1	5
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 SITUACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ABORDAJE DEL TEMA.....	6
1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN.....	6
1.4 DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTACIÓN DENTRO DE LA RMG ...	7
1.5 DECLARACIÓN DE OBJETIVOS:.....	8
1.6 INFORMACIÓN GENERAL.....	9
1.6.1 Biología y distribución de la Orca	9
CAPÍTULO 2.....	15
2 MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1 METODOLOGÍA	15
2.2 FICHA TÉCNICA	17
2.3 USO DE LIDOCAÍNA.....	19
2.4 AVISTAMIENTO DE ORCAS	19
2.5 SITIO DE MARCAJE	20
2.6 EVALUACIÓN DE LOS DATOS	22
2.7 TRANSFORMAR DATOS.....	22
2.8 COMPARACIÓN DE ORCAS	22
2.9 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA.....	23
CAPÍTULO 3.....	24
3.1 RESULTADOS ESPERADOS.....	24

3.1.1 INFORMACIÓN OBTENIDA	24
3.1.2 DINÁMICA DEL SENSOR REMOTO.....	25
.....	25
3.1.3 TRAYECTORIA: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL	
26	
4 CONCLUSIONES.....	27
5 RECOMENDACIONES	28
6 BIBLIOGRAFÍA.....	29

ABREVIATURA

SPOT 5: Satélite Para la Observación de la Tierra

RMG: Reserva Marina Galápagos

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Orca (*Orcinus orca*) en estado natural.

Imagen 2.- Dispositivo que se incorpora en la aleta caudal, método estudiado en el Parque Loro – Argentina, por científicos Irlandeses.

Imagen 3.- Dispositivo de rastreo en la aleta dorsal.

Imagen 4.- Dispositivo disparado por el científico a través de una ballesta.

Imagen 5.- Esquema de implementación del dispositivo satelital.

Imagen 6.- Dinámica de funcionamiento del dispositivo satelital en el campo.

Imagen 7.- Resultados de la trayectoria de las orcas.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN DEL PROBLEMA

La intención de la presente propuesta es la obtención de datos que sustenten el reconocimiento de Reserva Marina de Galápagos (RMG), como una zona de crianza y/o reproducción de la orca *Orcinus orca*, especie migratoria, la cual pueden ser observados diferentes en diferentes grupos sociales (madre y cría, madre, cría y escolta, adultos e individuos solitarios). Sin embargo, actualmente este tipo de datos limitado al avistamiento directo de orcas a lo largo de su distribución en la RMG, lo que conlleva a problemas logísticos que dificultan inferir sus movimientos espacial y temporal. Por este motivo es necesario implementar el uso de un sistema remoto que brinde una mayor cantidad de datos de alta resolución. Estos sistemas son los dispositivos portátiles de transmisión de datos de georreferenciación satelital.

Se plantea realizar la búsqueda de zonas con mayor avistamiento de orcas, lo que se utilizará como punto de referencia para iniciar el proceso de marcaje. Por medio de la utilización de cebos (presas preferidas de las orcas) para atraer su atención, de manera que sea mucho más accesible el acercarse para poder marcarlas con dispositivos de transmisión satelital desde un bote.

Se desea trabajar con individuos que se encuentren en estado adultos y subadulto (macho y hembra) teniendo en cuenta cuales son las características de un macho y una hembra en estado adulto establecidas por las publicaciones consultadas, logrando registrar la mayor cantidad de datos por individuos para identificar sus rutas migratorias y qué lugares permanecen con mayor frecuencia y

tiempo para poder estimar si por cuidado parental, alimentación, caza o reproducción.

En cuanto al marcaje de las orcas, es primordial mantener tanto el bienestar de los individuos en estudio como la seguridad de los científicos, para que en el proceso de marcaje no se vea afectado el comportamiento de las orcas. Ya que existe la privación de proporcionar controles diseñados para aplicar en la metodología del marcaje y así mismo identificar los impactos que se muestran en el campo, ya que cada individuo no puede ser avistado repetidas veces, existen estudios con efectos adversos muy bajos, éstos constantemente proveen un tamaño de muestra muy pequeño, que al final deducen que hay inferencias estadísticamente débiles (Murray y Fullera 2000).

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ABORDAJE DEL TEMA

Los estudios acerca de las orcas dentro de la Reserva Marina de Galápagos, son escasos y poco se sabe de la dinámica de estos cetáceos del Pacífico. Por la poca información, difusión y falta de recursos económicos destinados a este fin. Sin embargo, actualmente se ha generado el interés por la conservación y manejo de los cetáceos como especies migratorias y recursos compartidos por medio de investigación y educación. Como objetivo de la presente propuesta, se desea implementar técnicas de telemetría en Orcas, dentro del Archipiélago de Galápagos.

1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

La herramienta más valiosa es la telemetría por satélite, en la cual el transmisor envía datos a través de un tag y este a un satélite que se encuentra ubicado en una estación receptora donde se recoge toda la información para ser analizados en programas estadísticos.

Además de la transmisión de la geolocalización del animal, se obtienen datos como: profundidad de inmersión, la velocidad de desplazamiento y la temperatura del agua para investigar los

factores ambientales que influyen en la distribución, los movimientos y el comportamiento alimentario.

1.4 DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTACIÓN DENTRO DE LA RMG

La Orca, es la especie más cosmopolita de todos los cetáceos, pudiendo ser observada en todas las regiones marinas del planeta (Wang, 2014). En Ecuador tiene una amplia distribución que comprende desde las costas continentales y rodea el Archipiélago de Galápagos (Tirira, 2007).

El lugar donde viven las orcas es en la mayoría de los mares del planeta, sin embargo se le puede encontrar con mayor frecuencia en las aguas costeras que tienen un rango de hasta 800 kilómetros, así como también en las aguas frías de altitudes altas, tanto en el hemisferio norte como en el sur (COSEWIC. (2008). Estos animales se encuentran en el top de los carnívoros marinos y son considerados oportunistas con la dieta que varía temporal y regionalmente (Heyning, 1988). Mantienen una amplia variedad de alimento, en cuanto a su dieta es considerada selectiva (peces, mamíferos y aves marinas, existen reportes que incluyen mamíferos marinos: lobos y elefantes marinos, nutrias, ballenas pequeñas, delfines y ocasionalmente osos (Wang, et al. 2014). Teniendo en cuenta su dieta y la abundancia de esta en zonas dentro de la Reserva Marina Galápagos nos da una idea de ocurrencia de esta especie.

Las orcas que se han avistado alrededor de Galápagos corresponden a individuos oceánicos migrantes y no residentes. Prefiere aguas profundas y mar abierto, pero no es raro encontrarlo cerca de las costas y en aguas poco profundas (Tirira, 2007).

1.5 DECLARACIÓN DE OBJETIVOS:

GENERALES

- Uso de sensores remotos para determinar la distribución espacial y temporal de la ballena asesina *Orcinus orca* dentro de la Reserva Marina Galápagos.

ESPECÍFICOS

- Establecer los criterios de selección de dispositivos de geo referenciación en base a precisión, portabilidad, durabilidad.
- Analizar los diferentes dispositivos comerciales disponibles en el mercado Selección
- Implementar este tipo de dispositivo bajo las condiciones de estudio.
- Analizar técnicas de marcaje de Orcas con dispositivos en telemetría

1.6 INFORMACIÓN GENERAL

1.6.1 Biología y distribución de la Orca

1.6.1.1 Hábitat y ecología



Imagen 1.- Ballena asesina (*Orcinus orca*)

La Orca *Orcinus orca* es el miembro más largo de la familia Delphinidae, es una especie abundante y cosmopolita que habita latitudes superiores y relativamente poco frecuente en latitudes tropicales (Bolaños-Jiménez et al., 2014). Se considera el delfín más grande del mundo con un rango de medida que va desde los 5m hasta 9m y 7,7m de largo respectivamente en machos y hembras adultos. Estos individuos pueden llegar a pesar entre 6 y 7 toneladas cuando alcanzan su respectiva talla de madurez sexual. (Catherine, Natalia, Gabriela, & Gabriela, 2013)

Se reconocen al menos tres diferencias morfológicas en las orcas detectadas en el mar Antártico, estas características son: coloración, morfología y tipo de dieta alimenticia. En el Pacífico

Norte Oriental se han podido distinguir 3 formas de orcas, se las denomina coloquialmente de la siguiente forma: “Residente”, “Transitoria” y alejadas de la costa “Altamar”, con respecto a su coloración, dieta, patrones de asociación y rasgos morfológicos se ha podido separar tres tipos de especie. La diferencia entre los tres tipos de orca no solo se ha podido identificar a través de su dieta sino también mediante un análisis genético que muestra disimilitud marcada. (Catherine et al., 2013).

Las ballenas asesinas **transitorias** consumen una gran variedad de mamíferos marinos, tienden a viajar en grupos pequeños acústicamente silencioso, es decir, grupos que primero escuchan y no emiten sus propios sonidos. Sus movimientos no son predecible, realizan prolongadas inmersiones y son sigilosos capturando presas acústicamente sensibles y no emiten ningún sonido hasta después de terminar su matanza. (COSEWIC, 2008).

1.6.1.2 Rango de distribución

Las ballenas asesinas **residentes** tienden a viajar en grupos acústicamente activo, es decir, interacción entre emisores y receptores. Se puede predecir su movimiento cuando andan en busca de alimento, ya que son selectivas al momento de comer una especie en específica época del año. (COSEWIC, 2008).

Las ballenas asesinas de **mar abierto** tienden a viajar en grandes grupos acústicamente activos, por lo que es un depredador que no se alimenta de mamíferos marinos, se identificó que se alimentan de peces a través de un análisis de ácidos grasos ya que sus niveles de contaminación se asemejaban a los que se encontraron en los transitorios, estas ballenas se alimentan de depredadores altamente contaminados como los elasmobranquios. (COSEWIC, 2008)

La Orca tiene una distribución mundial y es más común encontrarla en aguas costeras y templadas con una alta productividad marina (Forney, 2006).

En muchas regiones la productividad marina es diferente y esta a su vez se ha clasificado en diferentes ecotipos de orcas, estos ecotipos muestran una especialización exclusiva a ciertos objetos de presa, en el pacífico norte oriental se denomina “transitorio” al ecotipo de presas exclusivamente de mamíferos marinos, mientras que el denominado “residente” es el ecotipo que se alimenta exclusivamente de peces. (Higdon, Ferguson, Higdon, & Ferguson, 2016)

Consumen una amplia variedad de individuos como presa, que incluyen peces y mamíferos marinos (Ford 2002). En lo que respecta en lugares donde la temperatura es baja las Orcas durante los meses de verano entran al Ártico Canadiense Oriental en busca de presas como el narval (*Monodon monoceros*), la Beluga (*Delphinapterus leucas*), ballenas de Groenlandia (*Balaena mysticetus*), así como focas también. (Godley et al., 2008)

Las Ballenas Asesinas tienen variaciones morfológicas y de forrajeo. Pueden entrar en aguas del norte más aún cuando el hielo del mar se va derritiendo ya que abre camino para que ellos pueden posicionarse como depredadores máximos en la escala trófica, siendo esto importante para iniciar ajustes importantes en el ecosistema, convirtiéndose en los principales reorganizadores de los océanos árticos con el calentamiento global en marcha (Higdon et al., 2016).

En lo que respecta a la distribución de la ballena asesina, esta especie puede tolerar un amplio rango de salinidad, temperatura y turbidez, condiciones que ofrecen una gran gama de hábitats costeros y pelágicos en todo el mundo. Sus requisitos básicos son suficiente cantidad y calidad de presa, un buen ambiente acústico

que no afecte la comunicación y el forrajeo o que no resulte en pérdida auditiva y condiciones seguras para el paso que permiten movimientos estacionales, descansando y forrajeo. (Marine, Service, & Office, 2008)

Aunque la orca tiene una amplia distribución solo en pocos lugares puede ser fiablemente encontrada estando dentro de las aguas protegidas. Una de estas áreas se encuentra fuera de la costa de la Columbia Británica en aguas adyacentes del estado de Washington, donde la especie ha sido estudiada desde los principios de los años setenta. Estos estudios han confiado en la identificación del campo de ballenas individuales por medio de marcas naturales.

Un reciente trabajo de encuestas ha documentado un número mucho mayor de orcas en otras partes del Pacífico Norte, como a lo largo de la cadena de la isla Aleutianas (Matkin et al. 2007;) en el mar de Bering (Waite et al. 2002), en aguas rusas (Burdin et al. 2006) y en Terranova y Labrador (Lawson et al. 2007). En el hemisferio sur, se observan comúnmente en las costas de Nueva Zelanda, Tasmania, Argentina y el sur de Brasil. Son abundantes en la Antártida, particularmente a lo largo del borde de hielo de la jauría. (Matthews, Luque, Petersen, Andrews, & Ferguson, 2011)

Los patrones estacionales de ocurrencia de esta especie en el Atlántico Norte son similares en las afueras de su rango en el Ártico de Canadá, donde el número presencia aumentan gradualmente en primavera que comprende los meses de Junio a Julio, el pico máximo es en Agosto y la declinación temprana es de Septiembre a Agosto. (Higdon et al., 2016)

Se han encontrados agregaciones dentro del hemisferio norte, a lo largo de la costa occidental de Norteamérica, alrededor de Islandia y las Islas Feroe, y a lo largo de la costa septentrional de Noruega. Esta distribución probablemente refleja, al menos hasta cierto

punto, las concentraciones de esta especie dicho por los investigadores de la Ballena Asesina. (Bolaños-Jiménez et al., 2014)

Su rango de distribución sirve como indicadores tanto antropogénicos como climáticos, han sido implicados como los principales modificadores del ecosistema creando cascadas tróficas como consecuencias de perturbaciones ecosistémicas que incluye la caza ballenas comerciales. Con respecto a la distribución por calentamiento global, se avista en la bahía de Hudson ya que es una de las áreas donde la tasa y el grado de calentamientos climático son mayor. (Higdon et al., 2016)

Esta especie es también considerada como indicador del cambio climático ya que se da su ocurrencia en las altitudes altas cuando el espesor del hielo grueso disminuye). Estos descensos han implicado cambios en comunidades de peces y efectos negativos en aves marinas, focas anilladas y osos polares. (Higdon et al., 2016).

1.6.1.3 Telemetría

Los avances conceptuales y tecnológicos dentro de los campos de rastreo de vida silvestre, detección remota y los sistemas de información han estimulado un gran salto hacia adelante en la comprensión de la ecología y la conservación de los grandes vertebrados marinos, incluyendo aves marinas, peces, mamíferos, tortugas marinas y depredadores. (Hart & Hyrenbach, 2010)

Estos avances tecnológicos y conceptuales han estimulado grandes cambios e importantes en la forma de generar datos e información sobre la ecología y la alta movilidad de los organismos marinos ya que es muy eficiente en comparación con lo que realizaba. (Hart & Hyrenbach, 2010).

El uso de las tecnologías de rastreo en la vida silvestre es para estudiar los movimientos y hábitats de vertebrados marinos, este uso se ha expandido desde su primera implementación en los años ochenta. (Godley et al., 2008)

Los primeros estudios de rastreo satelital de mamíferos marinos seguido poco después, entre 1987 y 1989. Estos estudios pioneros incluyeron el etiquetado de 14 delfines mulares *Tursiops truncatus* fuera de Japan (Tanaka, 1987), el etiquetado de cautivos y de rango libre de focas común *Phoca vitulina* fuera del Sur de California EEUU.; (Stewart, Leatherwood, & Pamela K. Yochem., 1989) ,el despliegue de 3 prototipos transmisores en focas grises *Halichoerus grypus* en el Reino Unido (McConnell & Chambers, 1992) y el primer seguimiento de una ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, por 6 días fuera de Terranova (Canadá;). (Hart & Hyrenbach, 2010).

CAPÍTULO 2

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 METODOLOGÍA

Para la búsqueda de sensores remotos adecuados, es necesario hacer un estudio previo de los tipos de sensores satelitales disponibles y aplicables para este tipo de estudios en estas especies.

Los sensores remotos se pueden aplicar en dos zonas: en la aleta caudal (Imagen 1) y el otro en la aleta dorsal (Imagen 2). Nuestra sugerencia es colocar el tag en la aleta dorsal ya que se lo ha hecho en estado silvestre y sin tener que capturar al animal, el impacto en la especie y su movimiento es menor y en comparación al otro método que se coloca en la aleta caudal, el cuál incorpora un dispositivo que aporta también con datos de geocalización, comportamientos alimenticios y movimientos verticales, entre otros.



Imagen 1.- Dispositivo que se incorpora en la aleta caudal, método estudiado en el Loro Parque por científicos irlandeses.



Imagen 2.- Sensor satelital en la aleta dorsal, disparado por la pistola (ballesta)



Imagen 3.- El científico dispara el sensor a través de una pistola (Ballesta) con aire a presión, este apunta y busca atinarle a la aleta dorsal

En base a estudios anteriores nuestra propuesta ha sido utilizar el transmisor satelital de ubicación **SPOT 5** el cual cumple con nuestras especificaciones:

2.2 FICHA TÉCNICA

Tiempo y Temperatura: Presentados en 4 histogramas con el siguiente rango de horas: 00h00 a 06h00, 06h00 a 12h00, 12h00 a 18h00hr y 18h00hr a 24h00.

Horas de Transmisión: Se puede ajustar las horas de transmisión para poder ahorrar la batería.

Días de transmisión: Se puede ajustar que días de cada mes y días que puede estar encendido y estar apagado. Incluso para que transmita cada día para el primer mes de despliegue, y después cambie a cada otro día para el resto del año.

Parámetros de transmisión de Argos

Tasas de repetición

Hablamos de la transmisión de datos al satélite, estas son fijadas por el fabricante. Es más fácil para las transmisiones llegar al satélite cuando el animal se encuentra en la superficie, así el índice de transmisiones se retrasa para extender vida de la batería

Número máximo de transmisiones por día

Generalmente 250 las transmisiones por día son suficientes para un cálculo de la localización al día en las mediados de-latitudes.

Añadir las transmisiones no utilizadas a la asignación del día siguiente

Esta opción se puede seleccionar si el animal de estudio no sale a la superficie con frecuencia y desea maximizar la probabilidad de una ubicación cuando se hace emerger.

Retrasar la transmisión al emerger

El ajuste recomendado es transmitir después de 0 segundos de estar seco. Esto asegura que el sensor remoto intentará transmitir lo antes posible después de las superficies de los animales.

Configuración de arrastre (salida a la superficie)

Entrar en arrastre

Se determina el tiempo en segundos en donde se seca la etiqueta para indicar que el animal se encuentra en la superficie y emite la señal. Divida ese número por la velocidad de transmisión rápida para este valor.

Pausa transmisiones después de ser seco

Usted puede configurar que la etiqueta para que suspenda las transmisiones después de que el animal haya estado en la superficie durante N horas, esto ayuda para poder conservar el uso de la batería. Seleccionado "Nunca" usted pausará las transmisiones.

Dejar o salir del arrastre

Asegúrese de que N sea menor que una duración de inmersión típica, o bien las transmisiones nunca volverán al original horario de transmisión.

Forma de la punta del dispositivo

Se podría modificar la forma de la punta del dispositivo que debe ir incrustado en la base de la aleta dorsal de la orca, de manera que éste se mantenga firme y al mismo tiempo evite un mayor daño a la orca.

2.3 USO DE LIDOCAÍNA

La lidocaína es un anestésico local de clase amida y puede ser utilizada en pomada, gel, parche, o en aerosol para uso de piel, también en solución oral e intravenosa para anestesia local.

Este anestésico local comúnmente utilizado como gel de uso tópico o como inyección para aplicar anestesia de tipo local. Esta sustancia considerada como una droga utilizada ampliamente en clínicas veterinarias con la finalidad de ofrecer una gran posibilidad del control del dolor post-operatorio. (Duke, 2001)

Una vez realizada la inserción del anestésico, éste se diluye de manera rápida en el torrente sanguíneo, creando el efecto anestésico.

Por lo tanto se desea hacer uso de este anestésico con la finalidad de reducir el estrés, se le puede agregar en la punta del cable que llevara el sensor, siendo este el que perforará la aleta dorsal. El efecto anestésico no será inmediato, pero al transcurrir los segundos éste ayudará a disminuir la molestia causada por el marcaje.

2.4 AVISTAMIENTO DE ORCAS

Es necesario establecer una zona geográfica, donde los avistamientos de las orcas tengan un antecedente en común y hayan sido avistadas por pescadores locales, turistas, investigadores, entre otros.

Al ser ésta la primera investigación llevada a cabo, se requiere de mucha paciencia para poder lograr los avistamientos deseados. Una ayuda es conocer su dieta alimenticia y en base a ello buscamos zonas donde existe abundancia de la dieta.

2.5 SITIO DE MARCAJE

Nuestra propuesta es colocar el sensor en la aleta dorsal o en el lomo ya que esta es la primera parte del cuerpo que expone la orca en la superficie, favoreciendo también al sensor al momento de transmitir la señal al satélite. Cabe recalcar que el dispositivo se encuentra programado para poder transmitir entre pequeños intervalos de tiempo, ya que al trabajar con intervalos, se obtendrá la información necesaria como si la transmisión/conexión fuera continua.

En la aplicación del sensor satelital hacia el animal se debe de tener en claro que lo que se busca es la conservación de esta especie, por tal motivo al momento de disparar la marca y se le agrega una solución que actúa como tipo de anestesia llamada **lidocaína**, esta sustancia debe ser aplicada de acuerdo al tamaño y peso del individuo.

El siguiente método que se describe es el que se realizó en la siguiente investigación **“Rastreo Satelital de orcas (*Orcinus orca*) en el Ártico Canadiense Oriental documenta la evitación de hielo y el movimiento rápido y de larga distancia hacia el Atlántico Norte”** (Matthews et al., 2011)

Se realiza una línea base mediante encuestas para determinar el sitio y temporada que tiene mayor avistamiento de la especie, una vez establecido el sitio se realiza la salida de campo. En este caso en las Islas Galápagos existe avistamiento por parte de guías turísticos, guías de buceo, pescadores y turistas, a través de fotos, videos y afirmaciones. Estos avistamientos se reportan principalmente en las siguientes islas: Cristóbal, Floreana, Isabela y Santa Cruz ya que se encuentran en todo el Archipiélago de Galápagos.

Inmediatamente al llegar al sitio de avistamiento el equipo de investigadores se acerca lentamente a una distancia de 10m aproximadamente para colocarle el sensor satelital, previamente el tag debe estar activado y listo para ser usado para que pueda recopilar toda la información y esta a su vez sea transmitida.

El SPOT5 (Transmisor Satelital de Ubicación) (Wildlife Computers, WA) se lo monta desde la superficie con dos dardos de titanio de 6cm cada uno. Estos dardos fueron desplegados usando 150lbr de presión cargados en una ballesta. (Matthews et al., 2011)

Las ballenas se marcan en la base del área dorsal de la aleta/silla de montar, donde los dardos penetran el tejido dérmico/grasa en contacto. Los sensores son programados por 300 transmisiones cada día entre 00h00 y 23h00 GMT y son programadas para transmitir diariamente durante los 2 primeros meses de despliegue (Temporada 1) cada segundo día durante el tercer mes (Temporada 2) y cada tercer día a partir de entonces. La batería en este ciclo de trabajo se estima aproximadamente 6 meses de duración.

Los satélites del Polo que orbitan reciben la señal de transmisión dentro de su campo de recepción y ubicación retransmitida de datos a través del Sistema Argos.

Una vez encontrada las ballenas se las fotografía con una cámara de buena resolución ya sea una Canon (Cámara EOS 1Ds Mark II o EOS 1D Mark II cualquiera de estos modelos) o Cámara Nikon D90 equipada con un lente de 400-mm fijo o un lente de 70 – 200 mm para fines de identificación

2.6 EVALUACIÓN DE LOS DATOS

La evaluación de datos se realizara mediante programas estadísticos, estos han sido utilizados por la mayoría de científicos en sus publicaciones para determinar el rango de distribución de cualquier especie.

2.7 TRANSFORMAR DATOS

La transformación de datos se las realiza usando estos programas: Divemove - WillifeComputers, GIS – Sistema de Georreferenciación, nos ayuda en la distribución de la especie y el programa estadístico R que sirve para un análisis más profundo de datos estableciendo correlaciones con otros datos obtenidos por el sensor satelital.

2.8 COMPARACIÓN DE ORCAS

Se realiza una comparación de las diferentes tipos de orcas.

Residente: el comportamiento se refiere a movimientos más lentos con giros frecuentes.

Viajante se caracteriza por ser más rápido, movimientos de línea recta.

Altamar: se encuentran lejos de la costa, su dieta es de mamíferos marinos.

Una vez establecidos esos criterios para comparar podemos construir un regular de series temporales de estimaciones de ubicación, lo que representa un compromiso entre la resolución temporal en el modelo de salida.

2.9 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA.

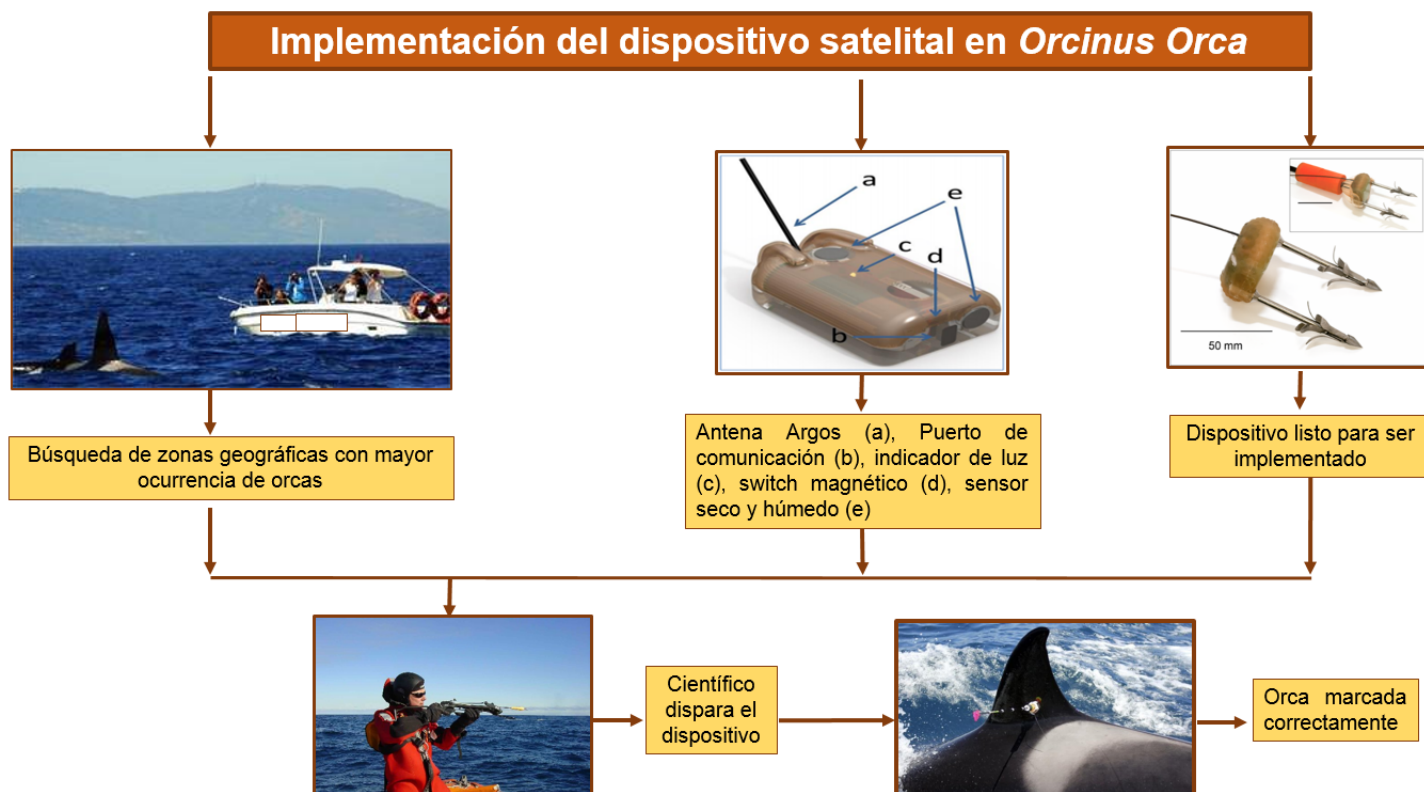


Imagen 5.- Esquema de implementación del dispositivo satelital

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS ESPERADOS

3.1.1 INFORMACIÓN OBTENIDA

Debido a que las observaciones tienen margen de error e intervalos de regularidad, todo esto se ajustan a un estado separado por dos tipos (residente, altamar y viajero)

'**Switching**' es un modelo de espacio de ubicaciones de Argos para estimar el camino más probable de la Ballena. (Matthews et al., 2011)

Argos asigna cada ubicación a uno de las siguientes siete clases de calidad, en orden decreciente: 3, 2, 1, 0, a, b, y z, por lo que los errores en ambas dimensiones del plano se han determinado, a excepción de la clase z. Por lo tanto, las ubicaciones de la clase z se quitan antes para ajustar el modelo.

El modelo asume implícitamente que el proceso de movimiento ocurre en una serie de tiempo regular, donde las verdaderas ubicaciones no observadas se estiman a través de Markov (una cadena de simulaciones estadística), contabilización de errores en ubicaciones observadas. (Matthews et al., 2011)

Los estados del comportamiento en cada paso del seguimiento se determinó a partir de cambios en la velocidad y ángulos de giro de la orca, que son cuantificados por un parámetro en el modelo SSM (Matthews et al., 2011)

Las trayectorias que realiza la especie dentro de la RMG son proyectados por medio de las coordenadas recolectados por el sensor, estas coordenadas nos indica las zonas donde el individuo frecuente. A partir de esto se puede inferir si existe una relación con la abundancia de alimento, ocurrencia por condiciones óptimas,

apareamiento o reproducción. Además de la distribución temporal y espacial, el dispositivo va recolectando otros parámetros como temperatura, densidad, profundidad, etc que pueden servir para establecer una justificación de la frecuencia de las orcas en estas zonas.

3.1.2 DINÁMICA DEL SENSOR REMOTO



Imagen 6.- Dinámica de funcionamiento del dispositivo satelital en el campo.

3.1.3 TRAYECTORIA: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL

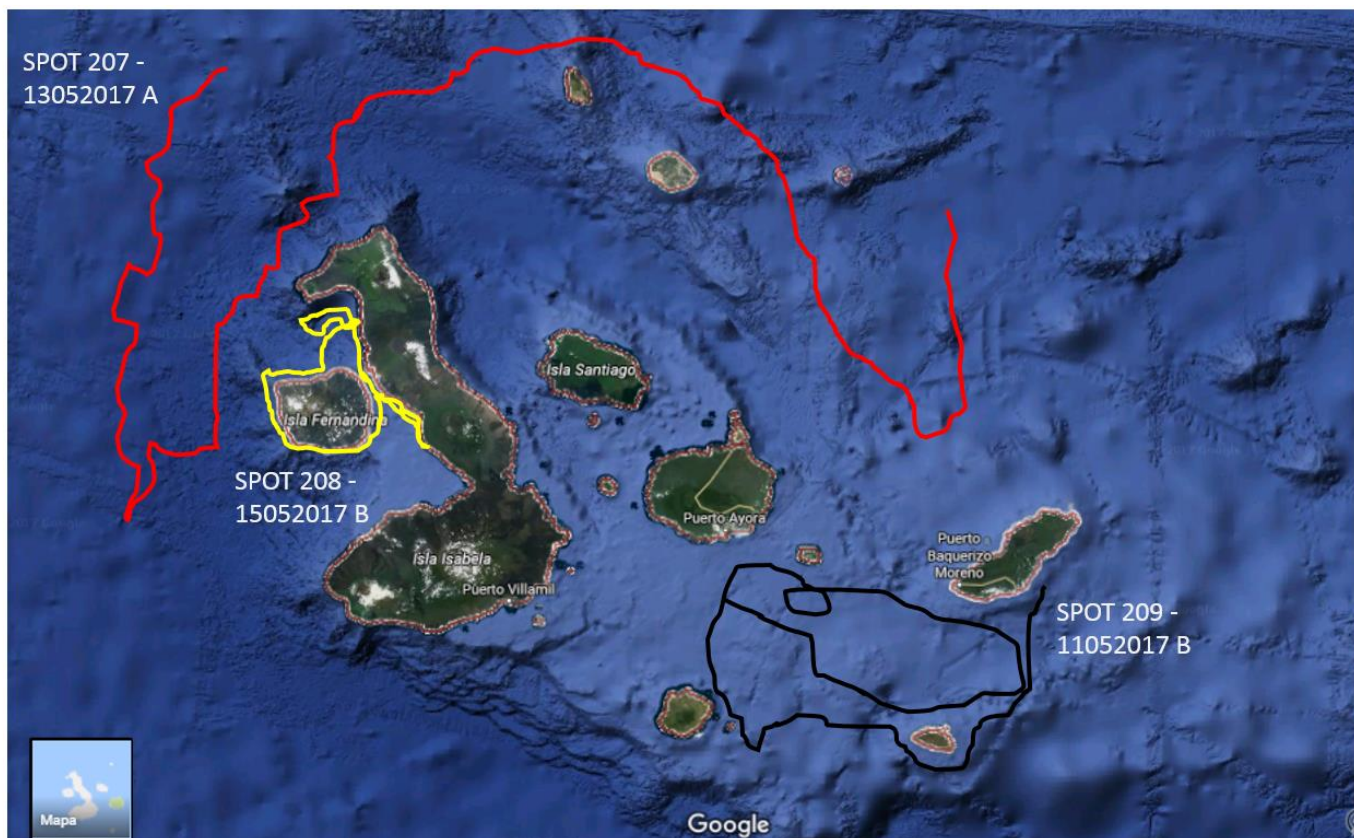


Imagen 7.- Resultados de la trayectoria de las orcas.

4 CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de los sensores remotos se puede determinar la distribución de la orca en la Reserva Marina Galápagos, comenzando la distribución espacial y temporal nos muestra el comportamiento de migración de una zona a otra, en busca de condiciones óptimas, presas para cazar, interacción con otras especies y se podría decir que esto es de mucha importancia para establecer una posible época o comportamiento de reproducción. Todo esto es un gran aporte en el estudio de la ecología de la Orca, mientras más conocimiento se tenga de esta especie existirá un mayor interés en su conservación.

La aleta dorsal es una buena zona de colocación del dispositivo ya que es la primera parte del individuo que entra en contacto con la superficie, permite que el sensor se seque para poder transmitir la señal.

Todos estos parámetros se calcularon gracias a la eficacia del dispositivo satelital, en su recepción y transmisión de información para poder aplicar las herramientas estadísticas y conocer las correlaciones que existe en toda la data.

5 RECOMENDACIONES

1. Es de mucha importancia tener precaución al momento de manejar la el arma para marcar el individuo.
2. Revisar el sensor y que asegurarse que esté funcionando correctamente para que pueda transmitir la información.
3. Es importante tener presente que la zona seleccionada para colocar el dispositivo (aleta dorsal), es la que provee de dirección y equilibrio a la orca y al ser marcada, podría interferir en su hidrodinámica o desplazamiento. Dependiendo del tamaño del dispositivo en comparación al tamaño del individuo.
4. Se recomienda realizar diferente tipos de investigaciones que aporten a la conservación de esta especie dentro de la RMG.
5. Sobre todo tener los permisos de investigación y cumplir con las normativas establecidas para realizar el proyecto en la RMG.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Bolaños-Jiménez, J., Mignucci-Giannoni, A. A., Blumenthal, J., Bogomolni, A., Casas, J. J., Henríquez, A., ... Luksenburg, J. A. (2014). Distribution, feeding habits and morphology of killer whales *Orcinus orca* in the Caribbean Sea. *Mammal Review*, *44*(3–4), 177–189. <https://doi.org/10.1111/mam.12021>
- Catherine, D., Natalia, P., Gabriela, S., & Gabriela, V. (2013). *Ficha técnica de la Ballena Asesina*.
- COSEWIC. (2008). *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Killer Whale, *Orcinus orca*, Southern Resident population, Northern Resident population, West Coast Transient population, Offshore population, and Northwest Atlantic / Eastern Arctic population, in Canada*. Cosweic.
- Duke, D. T. (2001). Técnicas de Anestesia y Analgesia local y regional en el perro y el gato. *Veterinary Medicine*, *9*(77), 97–104.
- Godley, B. J., Blumenthal, J. M., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Hawkes, L. A., & Witt, M. J. (2008). Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? *Endangered Species Research*, *4*(1–2), 3–22. <https://doi.org/10.3354/esr00060>
- Hart, K. M., & Hyrenbach, K. D. (2010). Satellite telemetry of marine megavertebrates: The coming of age of an experimental science. *Endangered Species Research*, *10*(1), 9–20. <https://doi.org/10.3354/esr00238>
- Higdon, J. W., Ferguson, S. H., Higdon, J. W., & Ferguson, S. H. (2016). Loss of Arctic Sea Ice Causing Punctuated Change in Sightings of Killer Whales (*Orcinus Orca*) over the Past Century Linked references are available on JSTOR for this article : Loss of Arctic sea ice causing punctuated change in sightings of killer whale, *19*(5), 1365–1375.
- Marine, N., Service, F., & Office, N. R. (2008). Recovery Plan for Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*), 1–251.
- Matthews, C. J. D., Luque, S. P., Petersen, S. D., Andrews, R. D., & Ferguson, S. H. (2011). Satellite tracking of a killer whale (*Orcinus orca*) in the eastern Canadian Arctic documents ice avoidance and rapid, long-distance movement into the North Atlantic. *Polar Biology*, *34*(7), 1091–1096.

- <https://doi.org/10.1007/s00300-010-0958-x>
- McConnell, B., & Chambers, C. (1992). Satellite tracking of grey seals (*Halichoerus grypus*). *Journal of Zoology*, 226(1 992), 271–282. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7998.1992.tb03839.x/abstract>
- Stewart, B. S., Leatherwood, S., & Pamela K. Yochem. (1989). HARBOR SEAL TRACKING AND TELEMETRY BY SATELLITE, (October).
- Tanaka, S. (1987). Satellite radio tracking of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53(8), 1327–1338.
- Booth NH, Mcdonald LE. Farmacología y terapéutica veterinaria.5ªed. Zaragoza: Editorial Acribia;1988.
- Covino BG. Pharmacologic of local anaesthetic agents. *British Journal of Anaesthesia*1986;58:701-706.
- Murray, D. L., Y R. Fuller. 2000. A critical review of the effects of marking on the biology of vertebrates. Pages 15-64 in *Research Techniques in Animal Ecology* (L. Boitani, y T. K. Fuller, Eds.). Columbia University Press, New York, NY.
- Wang, J. Y., Riehl, K. N., Dungan, S. Z. 2014. Family Delphinidae (Ocean Dolphins). Pp: 410-526. En: Wilson, D. E. y Mittermeier, R. A. (eds). 2014. *Handbook of the Mammals of the World. Volumen 4. Sea Mammals*. Lynx Edicions, Barcelona
- Tirira, D. G. 2007. *Mamíferos del Ecuador. Guía de campo*. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Heyning, J. y Dahlheim, M. 1988. *Orcinus orca*. *Mammalian Species* 304:1-9.

Texto en línea, consultas:

<http://argos.portalveterinaria.com/noticia/1422/articulos-archivo/farmacologia-y-uso-clinico-de-los-anestésicos-locales-en-el-perro.html>