





**UNIVERSIDAD ESTATAL  
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA, ESTRUCTURA DE TALLAS Y  
FIDELIDAD DE SITIO DE *Aetobatus laticeps*, MEDIANTE MONITOREO  
PARTICIPATIVO Y FOTO-IDENTIFICACIÓN I3S EN LA RESERVA  
MARINA EL PELADO, SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
Previo a la obtención del Título de:  
BIÓLOGO MARINO**

**AUTOR  
IAN LUIS RONQUILLO MOREIRA**

**TUTOR  
BLGA. JODIE DARQUEA ARTEAGA M. Sc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR  
2019**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

“DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA, ESTRUCTURA DE TALLAS Y  
FIDELIDAD DE SITIO DE *Aetobatus laticeps*, MEDIANTE  
MONITOREO PARTICIPATIVO Y FOTO-IDENTIFICACIÓN I3S  
EN LA RESERVA MARINA EL PELADO, SANTA ELENA”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:  
BIÓLOGO MARINO

**AUTOR**

IAN LUIS RONQUILLO MOREIRA

**TUTOR**

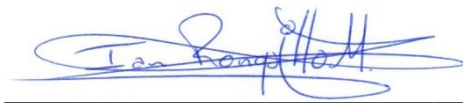
BLGA. JODIE DARQUEA ARTEAGA M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ian Ronquillo Moreira', is written over a horizontal line.

**Ian Luis Ronquillo Moreira**

**C.I.: 0930276290**

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar por brindarme la vida, salud, oportunidades y obstáculos que a lo largo de mi vida se convirtieron en lecciones aprendidas que me ayudaron de manera fructífera para formar el profesional que seré a partir de hoy.

A mis padres: Luisa Argentina Moreira Anchundia y Pedro Donato Ronquillo Escobar por saberme guiar por el camino correcto, lleno de valores y buenas costumbres, demostrarme lo valioso de la vida, el esfuerzo constante y perseverante para obtener las cosas que uno más anhela.

Una dedicatoria especial a mis abuelitas: Reggina Anchundia e Isabel Escobar, por su amor incondicional e incomparable que día a día me brindan y que el logro de este título se convierte en el trofeo más grande y la forma más recíproca de agradecer el tiempo que me han dedicado a lo largo de mi vida.

A mi hermano, Peter David Ronquillo Moreira, que de alguna u otra manera siempre formó parte del modelo y ejemplo a seguir.

A mi señora esposa, Cristina Stephanie Ramírez Freire, por su apoyo incondicional y que de manera insistente lograba convencerme y lograr el término de la carrera.

A mi hijo Ian Cael Ronquillo Ramírez, que llegó para dar felicidad a nuestras vidas e ilusión de formarlo de la manera correcta, dándole un buen ejemplo para que sea una persona de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecerle a Dios por permitirme concluir esta gran etapa de mi vida y poder vivir las experiencias que la vida universitaria conlleva.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por las oportunidades brindadas y por hacer de esta etapa de mi vida, una de las mejores.

A cada uno de los profesores en general y sin excepción de los cuales tuve el privilegio de adquirir conocimientos, experiencias y buenos consejos que ayudaron a formarme profesional y personalmente.

A cada uno de mis compañeros y amigos que compartieron gran parte del tiempo y que llegaron a formar parte de mi segunda familia.

A mi tutora Blga. Jodie Darquea Arteaga M.Sc., por el apoyo, conocimiento, paciencia y ánimo incansable que era inyectado constantemente para poder culminar esta investigación.

Al Ministerio del Ambiente del Ecuador por el otorgamiento del permiso de investigación dentro del área protegida la REMAPE.

A la comuna Ayangue, por cederme el espacio. A la operadora turística RayAguila Dive Center liderada por Marcelo Yagual y todo su equipo de trabajo y amigos que ayudaron en la logística de monitoreos, como transporte, apoyo de monitoreos, materiales y equipos, fotografías, etc., y organizaciones como Mingas por el mar, Pacífico Libre, Keiko Conservation Ecuador, Apnea Guayaquil, Douglas Zavala de Buzo Ecuador, contribuyendo con información para que este trabajo investigativo se lleve a cabo.

A mis compañeros de monitoreos y voluntarios, Paúl, Jonathan Molina, Jonathan Guaman, Marcelo, Joel, Genaro, Estefanía, Fátima, Michelle, Yur, Kinga, Darwin, Yixon, Douglas, Janin , Jhon y entre otras personas que me ayudaron y fueron parte del grupo de apoyo de los monitoreos y salidas de campo.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN




Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.

**DECANA**



Blga Tanya González Banchón, Mgt.

**DIRECTORA DE CARRERA**



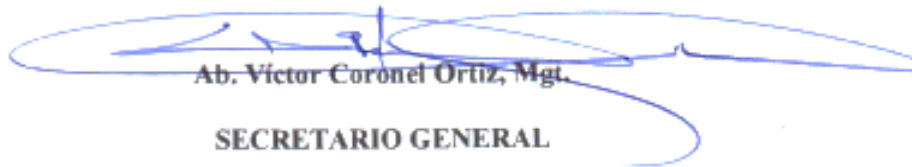
Blga. Jodie Darquea Arteaga, M. Sc.

**DOCENTE TUTOR**



Ing. Francisco Rubianes Landázuri M. Sc.

**DOCENTE DE ÁREA**



Ab. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.

**SECRETARIO GENERAL**



## ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	6
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
4. HIPÓTESIS .....	8
4.1. HIPÓTESIS NULA (H <sub>0</sub> ): .....	8
4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H <sub>1</sub> ):.....	8
5. MARCO TEÓRICO.....	9
5.1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE.....	9
5.2. CLASIFICACIÓN DE ESPECIES .....	11
5.3. DISTRIBUCIÓN.....	11
5.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	12
5.5. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE .....	13
5.6. FOTOIDENTIFICACIÓN.....	14
5.7. TIPOS DE FOTOIDENTIFICACIÓN.....	14
5.8. MÉTODO SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL INTERACTIVO (I <sup>3</sup> S, SPOT VERSIÓN 4.02).....	15
6. MARCO METODOLÓGICO .....	17
6.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	17
6.2. MONITOREO IN SITU.....	19
6.3. FOTOIDENTIFICACIÓN.....	21
6.4. DISTRIBUCIÓN Y TASA DE ENCUENTRO.....	23
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	25
7.1. ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA DE TALLAS.....	25
7.2. ESTRUCTURA DE TALLAS DE <i>AETOBATUS LATICEPS</i> .....	25
7.3. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN.....	27
7.3.1. ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE <i>AETOBATUS LATICEPS</i> .....	32
7.4. ANÁLISIS DE FOTO-IDENTIFICACIÓN SPOT I <sup>3</sup> S Y FIDELIDAD DE SITIO.....	33
8. CONCLUSIONES .....	35
9. RECOMENDACIONES .....	37
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
11. ANEXOS .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Vista dorsal de <i>Aetobatus laticeps</i> . .....	2
<b>Figura 2:</b> Individuos de <i>A. laticeps</i> , hembra y macho, donde se puede notar la presencia y ausencia de claspers o gonopterigios. ....	10
<b>Figura 3:</b> Distribución de <i>Aetobatus laticeps</i> en el Pacífico Oriental Tropical ...	12
<b>Figura 4:</b> Ubicación geográfica y límites de la Reserva Marina "El Pelado" .....	17
<b>Figura 5:</b> Ubicación geográfica de la primera estación localizada alrededor del Islote El Pelado. ....	18
<b>Figura 6:</b> Ubicación geográfica de la segunda estación localizada frente a las playas aledañas a la Bahía de Ayangué.....	19
<b>Figura 7:</b> Descripción de la técnica transecto de banda.....	20
<b>Figura 8:</b> Puntos de referencia para seleccionar el área de identificación en <i>A. laticeps</i> . ....	23
<b>Figura 9:</b> Composición de tallas de <i>Aetobatus laticeps</i> registrados durante monitoreos. ....	26
<b>Figura 10:</b> Áreas núcleo o Kernel de agregaciones de <i>A. laticeps</i> correspondientes a la estación El Pelado, donde según los datos registrado podemos observar desde 1 hasta mas de 9 individuos en esta estación. ....	29
<b>Figura 11:</b> Áreas núcleo o Kernel de agregaciones de <i>A. laticeps</i> correspondientes a la estación La Morilla, donde podemos observar desde 1 hasta mas 5 individuos en esta estación. ....	30
<b>Figura 12:</b> Cicatrices en ambas aletas pectorales de individuo de <i>A. laticeps</i> , de posibles actividades de reproductivas. ....	32

**Figura 13:** Resultados de similitud de patrones de identificación entre individuos de raya águila con software I<sup>3</sup>S..... 34

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Tabla de resultados obtenidos durante el tiempo de estudio, donde se describe mensualmente la cantidad de individuos de rayas águila observados. ... 25

**Tabla 2.** Tasa de encuentro de las dos estaciones de monitoreo. .... 28

**Tabla 3.** Correlación de Pearson de la tasa de encuentro entre las dos estaciones de monitoreo..... 28

**Tabla 4.** Base de datos recogida de censos marinos realizados y datos recolectados de ciencia ciudadana. .... 56

**Tabla 5.** Base de datos de resultados numéricos con software Spot I3S de similitud entre individuos de raya águila. .... 57

## GLOSARIO

**Abundancia:** Es el número de individuos que habitan en un determinado lugar.

**Ciencia ciudadana:** Modo de contribución al conocimiento científico a través de la participación de ciudadanos voluntarios y capacitados que generalmente no son especialistas en el tema a investigar y que contribuyen a la solución de interrogantes planteadas en estudios científicos.

**Dimorfismo sexual:** Diferencias marcadas entre un macho y una hembra de la misma especie ya sea por tamaño, color, forma, entre otros.

**Distribución:** Forma o manera en que los organismos de una población se ubican en un espacio determinado.

**Ecosistema:** Sistema dinámico conformado por especies vegetales y animales que viven e interacción entre si desde los organismos más pequeños hasta los grandes depredadores.

**Estructura de tallas:** Variedad de tamaño entre individuos de una misma población de una especie determinada.

**Fotoidentificación:** Método de investigación no letal, que consiste en el reconocimiento individual de un ejemplar mediante la fotografía de una región del cuerpo, cuyas marcas naturales de forma y/o color, o las cicatrices de heridas anteriores, no cambian, o cambian levemente durante los años, permaneciendo reconocibles a través de la historia de vida del animal.

**Fidelidad de sitio:** Afinidad que tienen las especies animales hacia un lugar determinado, el cual es visitado por dos o en más ocasiones por el mismo individuo.

**Hábitat:** Espacio físico y biológico en donde se encuentran las especies.

**Islote:** Territorio insular de menor tamaño que una isla, región de superficie reducida que se encuentra rodeada de agua.

**Marcas o patrones naturales:** Los patrones en la naturaleza son formas claramente regulares encontradas en un medio natural. Estos patrones se pueden visualizar en diferentes contextos e incluso pueden ser a veces modelados matemáticamente.

**Monitoreo:** Consiste en hacer observaciones confiables en la naturaleza para detectar, medir, evaluar y sacar conclusiones sobre cambios que ocurren en una determinada especie o ecosistema.

**Monitoreo participativo:** Es el término utilizado para referirse a la cooperación entre comunidades y entidades en el intercambio de información sobre un proyecto que tiene impacto sobre sus vidas.

**Peces pelágicos:** Son organismos acuáticos que habitan en aguas medias o cerca de la superficie, en conglomerados denominados cardúmenes.

**Pesquerías:** Es el conjunto de actividades de pesca realizadas por pescadores artesanales e industriales, que se encuentran relacionadas a un recurso específico, en las cuales se emplean diferentes instrumentos para la captura de especies.

**Población:** Conjunto de individuos de la misma especie que comparten propiedades biológicas con una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo.

**Red trófica:** Conjunto de cadenas alimentarias de un ecosistema interconectadas entre sí y son una representación más realista de las relaciones de consumo en los ecosistemas.

## RESUMEN

La raya águila, *Aetobatus laticeps*, que pertenece al grupo de los elasmobranquios, es un condrictio comprimido dorso-ventralmente como todos los rayiformes, ovovivíparos y de bajo potencial reproductivo. Es una especie poco estudiada, lo cual dificulta la tarea de evaluar el estado poblacional, ecológico y biológico para la preservación en estado natural de esta especie. En base a este desconocimiento se evaluó por primera vez la distribución, abundancia, estructura de tallas y fidelidad de sitio de *A. laticeps*, mediante monitoreo participativo y fotoidentificación I3S en la Reserva Marina El Pelado, Santa Elena. Un total de 57 individuos de raya águila fueron observados durante diciembre del 2018 a mayo del 2019, por medio de monitoreos marinos y ciencia ciudadana en la estación Islote El Pelado y La Morilla. La abundancia relativa de raya águila en 25 censos marinos fue de 21 registros de *A. laticeps*, con una tasa de encuentro promedio de  $0.51 \pm 1.17$  rayas por muestreo. Se registró un total de 3 tallas del ancho de disco (AD) observadas durante los censos siendo entre 40 a 120 cm de AD, predominando registros de individuos de tallas entre 70 – 90 considerados en estado juvenil. La actividad de desplazamiento fue la única observada por esta especie durante el tiempo de monitoreo, lo cual sugiere que la REMAPE es una zona de tránsito. A pesar de registrar una baja tasa de captura- recaptura ( $R= 0,31$ ), no se descarta que exista una fidelidad de sitio de la raya águila en la REMAPE, condición que no se evidenció en esta investigación por el limitado tiempo y frecuencia de monitoreo.

**Palabras clave:** Fotoidentificación, fidelidad de sitio, distribución, abundancia, *Aetobatus laticeps*.

## SUMMARY

The painted ray eagle, *Aetobatus laticeps* belongs to the group of elasmobranchs, it is a dorso-ventrally compressed condrict like all rajiformes, they are ovoviviparous and have low reproductive potential. There are few studies of this species, which makes it difficult to assess the ecological and biological population status to manage and conserve the natural state of this species, considering this lack of knowledge, the distribution, abundance, size structure and site fidelity of *Aetobatus laticeps* were evaluated for first time, through participatory monitoring and I3S photo-identification in the El Pelado Marine Reserve, Santa Elena. In this investigation, a total of 57 eagle-ray individuals were observed from December 2018 to May 2019, through marine monitoring and citizen science at the Islote El Pelado and La Morilla stations. The relative abundance of eagle ray was of 21 observations of *A. laticeps* in 25 marine census with an encounter average rate of  $0.51 \pm 1.17$  rays per sample. Related to the disk width (AD), a total of 3 sizes were recorded from 40 to 120 cm AD; predominantly the observations of individuals of sizes between 70 - 90 considered in juvenile state. The displacement activity was the only observed during the monitoring time, which suggests that REMAPE is a transit zone to this species. Despite registering a low capture-recapture rate, we do not discard the fidelity site condition of the eagle ray in the REMAPE, a condition that was not showed in this investigation due to the limited time and frequency of monitoring.

**Keywords:** Photo identification, site fidelity, distribution, abundance, *Aetobatus laticeps*.



# 1. INTRODUCCIÓN

La fauna marina se encuentra distribuida en todos los océanos del mundo y presenta importantes atributos ecológicos que influyen en las dinámicas de los ecosistemas marinos (Lázaro, 2018). Al menos la mitad de las pesquerías globales están explotadas o sobreexplotadas, generando preocupación sobre los impactos causados sobre las especies marinas y sus hábitats (Worm *et al.*, 2009; Branch *et al.*, 2011; Ricard *et al.*, 2012). Según la FAO, los tiburones, rayas y quimeras forman parte de aproximadamente 100 millones de peces cartilagosos a nivel mundial que son registrados principalmente en los desembarques de pesca industriales y artesanales (Martínez, 1999). Generando la explotación de estas especies, amplias consecuencias ecológicas que causan efectos de cascada en la cadena trófica (Estes *et al.*, 2011; White & Last, 2012). Por lo que, identificar y proteger comunidades de peces cartilaginoso, como tiburones y rayas, así como sus hábitats tiene implicaciones prácticas para la conservación y manejo (Steimle & Zetlin, 2000).

La raya pintada o raya águila (*Aetobatus laticeps*) se distribuye desde Baja California hasta el norte de Perú; es una especie bento-pelágica que habita comúnmente en aguas tropicales superficiales costeras, como arrecifes de coral y bahías estuarinas (Siliman & Ruber, 1999). La raya águila ocupa un nivel trófico intermedio y se alimenta principalmente de invertebrados como bivalvos, moluscos, poliquetos, gasterópodos, cefalópodos, camarones y de algunos peces

pequeños (McEachran & Carvalho, 2002), cumpliendo un rol ecológico importante dentro de la cadena trófica marina. Es conocida comúnmente a nivel mundial como raya águila o raya cara de pato debido a la forma de la cabeza (Figura 1). Presenta la parte dorsal de color negro azulado con manchas blancas formando un patrón único de puntos para cada individuo, mientras que la parte ventral es blanca, negro en el margen de las aletas pectorales. La cola es cuatro o cinco veces más larga que el cuerpo (Gill, 1867).



**Figura 1:** Vista dorsal de *Aetobatus laticeps*.

**Fuente:** Colección ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), 2000.

Actualmente, esta especie se encuentra sin evaluación por parte de la International Union for Conservation of Nature (UICN), debido a los últimos cambios producidos en la estructura taxonómica del género de *Aetobatus*, registrándose anteriormente para el Pacífico Oriental a *A. laticeps* como *A. narinari* que se encontraba en estado Casi Amenazada (NT, por sus siglas en inglés Near

Threatened) (Cerutti-Pereyra, 2018). Motivo por el cual a nivel regional en los últimos años se han intensificado estudios sobre genética, ecología y especialmente fotoidentificación del genero *Aetobatus*.

En el caso de Ecuador, existe muy poca información sobre *A. laticeps*, ocasionalmente se registra en pesquerías artesanales e industriales donde incidentalmente caen en los artes de pesca (Coello, 2010). Recientemente a nivel local esta especie se ha convertido en objeto de observación por turistas y buzos profesionales especialmente en áreas rocosas y coralinas; siendo Galápagos uno de los lugares donde se logran los mayores avistamientos de raya águila en el país (Danulat *et al.*, 2003; González-Pérez, 2010). Sin embargo, se cuenta en continente con registros anecdóticos en lugares como: Islote los Ahorcados (Manabí), Isla Santa Clara (El Oro) y en la provincia de Santa Elena en el Bajo Copé e Islote El Pelado donde se desarrolla un turismo dirigido a *A. laticeps* donde se cree que utiliza estos hábitats para alimentación, tránsito y descanso.

El Ecuador ha implementado medidas de protección de batoideos en la normativa pesquera en donde se prohíbe la captura de especies como *Mobula birostris*, *M. japonica*, *M. thurstoni*, *M. munkiana* y *M. tarapacana*, según el Acuerdo Ministerial MAP No. 093, pero *A. laticeps* no es considerada bajo esta protección. Por lo que es crítico tratar de entender patrones de movimiento y uso de hábitat, que permitan adecuadas medidas de protección especialmente dentro de las áreas marino protegidas.

*A. laticeps* tiene tendencia a presentar fidelidad de sitio o filopatía durante temporadas e incluso durante años, es decir, preferencia de ciertos individuos a permanecer en la misma área o regresar a ella varias veces (Switzer, 1993; White y Garrott, 2012). Reportándose estos casos en la manta del arrecife *M. alfredi* (Marshall, 2008; Couturier *et al.*, 2011), la raya redonda *Urobatis halleri* (Vaudo & Lowe, 2006) e incluso en tiburones de las familias Rhynchobatidae y Rhinobatidae (White *et al.*, 2014). Comportamiento que puede incrementar la vulnerabilidad de las especies por las actividades antrópicas que se realizan en estas áreas de preferencia.

Actualmente, se utilizan métodos no invasivos para la identificación de muchas especies de megafauna como ballenas grises, ballenas azules, ballenas jorobadas, delfines (Borbón y Rincón, 2008); y elasmobranquios como manta rayas, tiburón ballena y últimamente rayas águila (Lupton, 2009; González-Ramos *et al.*, 2016; Cerutti-Pereyra, 2018) en ecosistemas de arrecifes, islas y plataforma continental. Técnicas basadas en el uso de patrones de coloración natural o marcas naturales distintivas que pueden utilizarse para reconocer estos individuos (González-Ramos *et al.*, 2016). Uno de estos métodos es el sistema de identificación individual interactivo I<sup>3</sup>S, Spot versión 4.02 (Den Hartog & Reijns, 2007), un software informático que utiliza un algoritmo lineal bidimensional para comparar manchas o marcas naturales de individuos de raya águila para diferenciarlos entre grandes comunidades; basándose en comparaciones de la forma, posición y tamaño dentro de un área delimitada del cuerpo del individuo. Esta metodología ya ha sido

utilizada con éxito en investigaciones del complejo de especies *Aetobatus* (Lupton, 2009; González- Ramos *et al.*, 2016; Cerutti-Pereyra, 2018).

Adicionalmente, junto con esta metodología se utiliza la técnica de monitoreo participativo o ciencia ciudadana, como una herramienta que ayuda con los esfuerzos de monitoreo de la biodiversidad marina (Cigliano *et al.*, 2015). La ciencia ciudadana se puede definir como la investigación científica o proyectos de monitoreo en los cuales los miembros del público recolectan, categorizan, transcriben o analizan datos científicos (Bonney *et al.*, 2014). Permitiendo obtener mayor número de registros, observaciones que darán lugar a un mejor entendimiento de los individuos y ecosistemas de un área determinada.

En función de esto, el presente trabajo se plantea con la finalidad de generar información acerca de la distribución, abundancia, estructura de tallas y fidelidad de sitio de la especie *A. laticeps* en los diferentes bajos de la Reserva Marina El Pelado (REMAPE) y zonas aledañas a la ensenada de Ayangue, mediante la fotoidentificación y monitoreo participativo como punto inicial de un proceso en que a mediano plazo permitirá entender patrones de distribución y comportamiento de esta especie, contribuyendo de esta forma a las estrategias de conservación de la fauna marina en la REMAPE.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo investigativo pretende contribuir al Plan Nacional para la conservación de tiburones y rayas del Ecuador dentro de la línea investigación orientada en sistemas de monitoreo e investigación para la conservación de esta especie por ser la primera evaluación de *A. laticeps* en el litoral costero donde se determinará el uso de hábitat, abundancia y fidelidad de sitio de la especie *A. laticeps*, en los diferentes bajos de la Reserva Marina El Pelado y zonas aledañas a la Bahía de Ayangue con el fin de aportar con información valiosa para la evaluación del estatus poblacional de la raya águila. También, es fundamental considerar, que estas especies poseen estrategias de historia de vida como crecimiento lento, baja tasa de fecundidad y madurez sexual tardía, haciéndolos altamente vulnerables a los efectos ambientales y pesqueros (Bonfil, 1994). Por lo cual las poblaciones de rayas dependen de los estudios sobre la determinación y protección de poblaciones y hábitats críticos de crianza, limpieza y alimentación en áreas marinos o costeras para su protección. Por otro lado, considerando que el empleo de la técnica de monitoreo participativo provee oportunidades para que los miembros del público se involucren en las actividades relacionadas a la conservación de la vida marina (Pattengill-Semmens & Semmens, 2003), convirtiendo a esta metodología en una herramienta útil a mediano y largo plazo para la recolección de datos en conjunto con la Reserva Marina Protegida “El Pelado”, comunidad local y otros actores principales. Acciones fundamentales para el desarrollo de la investigación científica actual y futura en el país.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la distribución, abundancia, estructura de tallas y fidelidad de sitio de *Aetobatus laticeps*, mediante monitoreo participativo y foto-identificación I3S en la Reserva Marina El Pelado, Santa Elena.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar la abundancia y estructura de tallas de *A. laticeps* en la Reserva Marina El Pelado (REMAPE) mediante monitoreo marino y ciencia ciudadana.
- Establecer los patrones de distribución de *A. laticeps* en la Reserva Marina El Pelado (REMAPE) a través de censos visuales (enfoque participativo) y foto identificación.
- Determinar la fidelidad de sitio de *A. laticeps* en base a la foto identificación en la ensenada de Ayangue y bajos de la Reserva Marina El Pelado.

## **4. HIPÓTESIS**

### **4.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):**

*A. laticeps* es una especie que no registra fidelidad de sitio en la ensenada de Ayangue y bajos del Islote El Pelado.

### **4.2. Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>):**

*A. laticeps* es una especie que registra fidelidad de sitio en la ensenada de Ayangue y bajos del Islote el Pelado.



## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Generalidades de la especie.

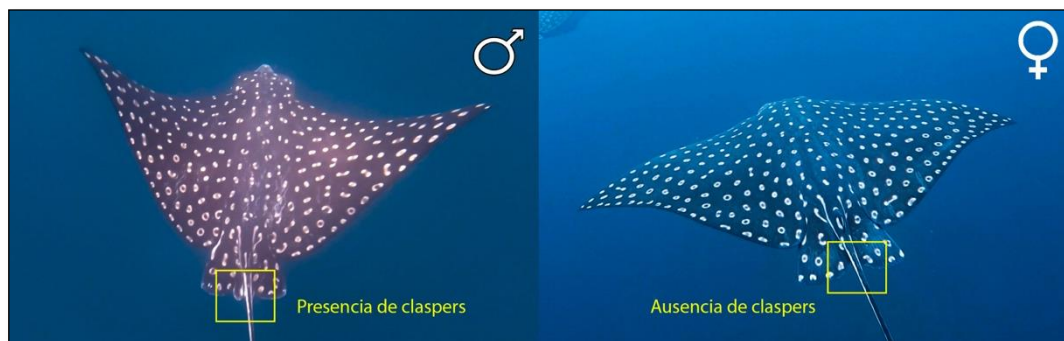
El género *Aetobatus* perteneciente a la clase de los condríctios, cuenta con muchas características morfológicas que distinguen a este grupo. Presentan rasgos fácilmente identificables, cuerpo comprimido ventralmente, con un color blanco brillante en la parte ventral y de color azul oscuro o negro en la parte dorsal con numerosas manchas blancas o anillos que vuelven único a cada individuo de la especie. Tienen aletas pectorales grandes y puntiagudas las cuales le permiten nadar con facilidad y se utilizan como una medida de longitud de los individuos, ancho de disco (AD). La longitud máxima reportada es de 230 cm AD; sin embargo, suelen tener menos de 140 cm AD regularmente (McEachran & Carvalho, 2002).

Las rayas águilas se las puede encontrar nadando solitariamente o en grandes agregaciones de individuos desplazándose distancias considerablemente grandes (McEachran & Carvalho, 2002).

Pueden llegar a medir hasta 9 metros de longitud (incluyendo la cola) y 3 a 4 metros de ancho (ancho de disco). Cuenta con una cola larga 4 o 5 veces más grande que el cuerpo. Presenta una cabeza grande que conforma una cuarta parte del cuerpo del individuo. La boca presenta filas de dientes especializados denominadas placas dentarias dentro de las mandíbulas, las cuales le ayudan a triturar e ingerir el alimento.

Las rayas águila son animales bentónicos y la dieta consiste principalmente en moluscos bivalvos y gastrópodos (Schluessel *et al.*, 2010b), aunque también consume cefalópodos, crustáceos, y peces teleósteos.

Esta especie presenta dimorfismo sexual, donde las hembras son de mayor tamaño que los machos y se diferencian por la presencia o ausencia del órgano reproductor denominado gonopterigios o también llamados clasper (Figura 2). *A. laticeps* es una especie longeva y presenta una madurez sexual tardía (entre 4 y 6 años), baja fecundidad (entre 1 a 4 crías por alumbramiento) y largo periodo de gestación (12 meses) (McEachran & Carvalho, 2002; Last y Stevens 1994; Last *et al.*, 2016).



**Figura 2:** Individuos de *A. laticeps*, hembra y macho, donde se puede notar la presencia y ausencia de claspers o gonopterigios.

**Fuente:** El autor.

Existe muy poca información sobre la biología y reproducción de esta especie ya que son muy escasos los trabajos investigativos que se han realizado hasta el momento, por lo cual ha sido recomendado realizar a nivel mundial diferentes

estudios sobre captura, abundancia y biología reproductiva que permitan esclarecer vacíos existentes de información de la especie.

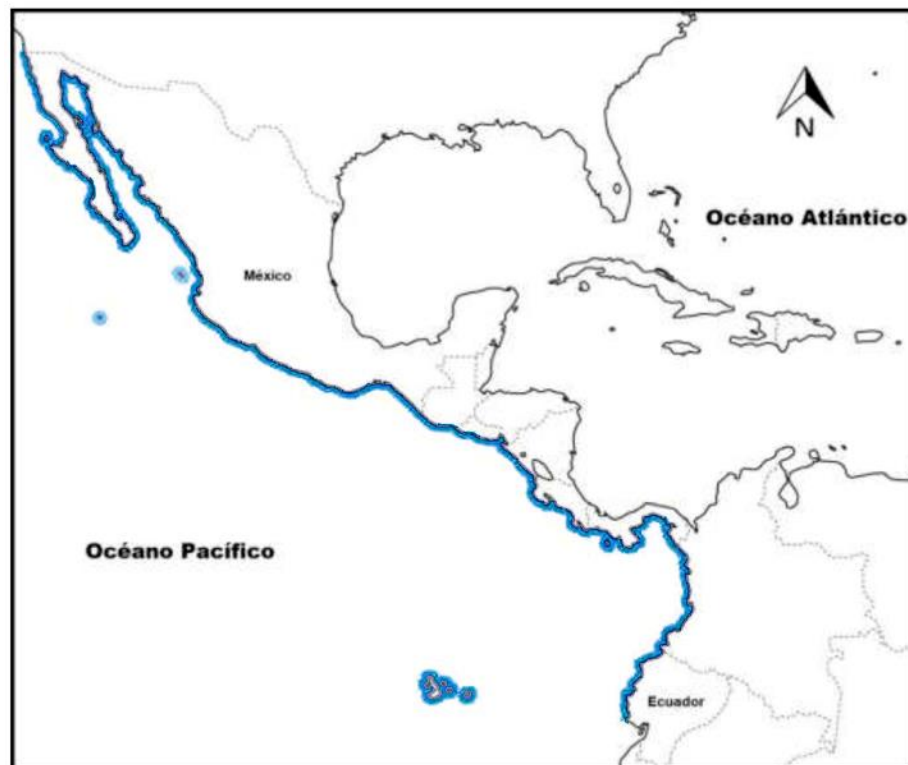
## **5.2. Clasificación de especies**

Recientes trabajos de diversidad genética para el género *Aetobatus* (Richards, *et al.*, 2009; Schluessel, *et al.*, 2010; White *et al.*, 2010, 2013 y 2014; Newby *et al.*, 2014; Sellas *et al.*, 2015), han determinado y revalidado tres especies (*A. ocellatus*, para el Indo-Pacífico Centro-Occidental y *A. narutobiei*, para el Pacífico Noroeste, anteriormente validas como *A. narinari* y *A. flagellum* y *A. laticeps* en el Pacífico Oriental Tropical también considerada antes como *A. narinari* (White *et al.*, 2010; White Moore, 2013); reduciendo así el área de distribución y por lo tanto la información disponible para cada especie, aunque la mayoría de los estudios se han llevado a cabo en el Pacífico Occidental y el Océano Atlántico (Castelo, 2018; White *et al.*, 2010).

## **5.3. Distribución.**

El género *Aetobatus* es considerado una especie de megafauna marina (Lascelles *et al.*, 2014). Es altamente móvil y generalmente habita en aguas tropicales costeras y templadas cálidas como arrecifes de coral y bahías estuarinas (Bigelow & Schroeder, 1953; Last & Stevens, 1994; Cerutti-Pereyra, 2018).

*A. laticeps* se encuentra distribuido a lo largo del Pacífico Oriental Tropical, que va desde la península de Baja California, México hasta Ecuador (Last *et al.*, 2016) (Figura 3).



**Figura 3:** Distribución de *Aetobatus laticeps* en el Pacífico Oriental Tropical

**Fuente:** Last *et al.*, 2016.

#### **5.4. Estado de conservación.**

Debido al desconocimiento de la biología y estatus poblacional, *Aetobatus laticeps* aún no ha sido evaluada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Sin embargo, cuando se consideró parte del complejo *Aetobatus narinari*, se incluyó en la lista de Casi Amenazada (NT), (por sus siglas en inglés Near Threatened) (Cerutti-Pereyra, 2018), mientras que *A. ocellatus* y *A. flagellum* (Bloch & Schneider, 1801) han sido clasificadas

como “Vulnerable” y “En Peligro de Extinción”, respectivamente (Kyne *et al.*, 2016 y White *et al.*, 2006).

### 5.5. Taxonomía de la especie

La especie *Aetobatus laticeps* forma parte de la siguiente clasificación taxonómica:

**Dominio:** Eukaryota.

**Reino:** Animalia.

**Filo:** Chordata.

**Subfilo:** Vertebrata

**Clase:** Chondrichthyes.

**Subclase:** Elasmobranchii.

**Superorden:** Batoideos.

**Orden:** Myliobatiformes.

**Familia:** Aetobatidea.

**Género:** *Aetobatus*.

**Especie:** *laticeps*.

**Nombre científico:** *Aetobatus laticeps* (T.N. Gill, 1855).

**Nombre común:** Raya águila

Raya cara de pato

Chucho pintado.

## **5.6. Fotoidentificación**

La fotoidentificación es una técnica útil para realizar seguimientos de individuos utilizando cámaras automatizadas o manejadas por un operador (Schofield *et al.*, 2008). Esta técnica ha sido muy utilizada en estudios científicos, ya sea en base a marcas artificiales colocadas por investigadores, o aquellas naturales de los animales objeto de estudio (Whitehead *et al.*, 2000; Gauthier-Clerc *et al.*, 2004). Mediante este método se puede obtener información valiosa sobre supervivencia, desplazamientos y etología, entre otras (Cerón, 2015).

## **5.7. Tipos de fotoidentificación**

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes técnicas para la identificación de megafauna marina. Estas pueden ser invasivas y no invasivas. Las técnicas invasivas a menudo emplean el uso de etiquetas artificiales, sin embargo, el etiquetado artificial también tiene algunas dificultades prácticas, incluida la pérdida de etiquetas o la falta de avistamientos. Ambos problemas pueden comprometer la confiabilidad de los parámetros estimados de la población (Schwarz & Seber, 1999). Las técnicas de identificación no invasivas se basan en el uso de patrones de coloración natural o marcas naturales distintivas que pueden utilizarse para reconocer individuos (Speed *et al.*, 2008; González-Ramos *et al.*, 2016).

El método de identificación de individuos a través del reconocimiento y la variación de las marcas naturales ha sido exitosamente usado en el estudio de muchas especies de cetáceos como ballenas orcas, ballenas grises, ballenas azules, ballenas

jobradas, delfines (Borbón & Rincón, 2008) y elasmobraquios como manta rayas, tiburón ballena y últimamente rayas águila (Lupton, 2009).

Esta metodología es principalmente utilizada con especies que muestran marcas naturales en la parte dorsal o ventral, que son persistentes y únicas entre individuos de la misma especie. Lo cual ayuda al reconocimiento visual de cada individuo mediante la toma de fotografías *in situ* y posterior análisis con softwares informáticos que arrojarán resultados de proximidad entre individuos de la misma especie (Cerutti-Pereyra, 2018). Metodología ha sido utilizada con éxito en el complejo *Aetobatus* (Lupton, 2009; González- Ramos *et al.*, 2016).

#### **5.8. Método Sistema de identificación individual interactivo (I<sup>3</sup>S, Spot versión 4.02)**

El Sistema de identificación individual interactivo (I<sup>3</sup>S, Spot versión 4.02) (Den Hartog & Reijns, 2007), es un software informático que utiliza un algoritmo lineal bidimensional para comparar manchas o marcas naturales de individuos de la misma especie para diferenciarlos entre grandes comunidades; basándose en comparaciones de la forma, posición y tamaño dentro de un área delimitada del individuo, las cuales se almacenan en una biblioteca del software (González- Ramos *et al.*, 2016).

## 5.9.Densidad de Kernel

La estimación no paramétrica de funciones de densidad, mediante el método Kernel, es una ingeniosa forma de estimar una función de densidad que no siga un modelo conocido (Normal, Binomial, Exponencial, etc). Tiene una enorme flexibilidad y lo que hace es construir una función de densidad girando en torno a los valores muestrales.

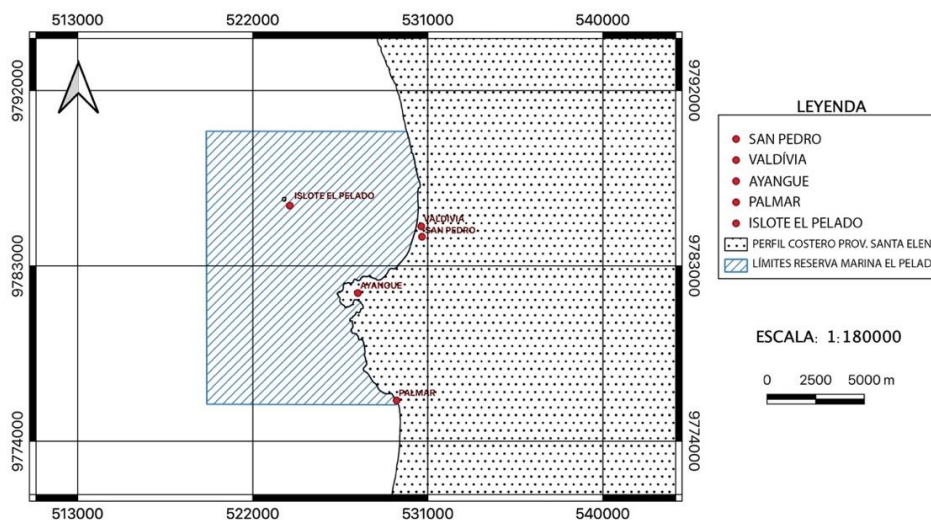
Propuestos por primera vez por Rosenblatt, (1956), la singularidad de estos estimadores radica en que adoptan un enfoque no paramétrico para la formulación de funciones de densidad. Con ello no se imponen asunciones tan rígidas a los datos como sucede en el planteamiento paramétrico. Según señala Silverman, (1986), asumiendo que la distribución de datos posee una densidad de probabilidad  $f$ , se les posibilita «hablar» más por sí mismos al determinar dicha función  $f$ , que si se exigiera su adecuación a una determinada familia de funciones paramétricas.



## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.1. Área de estudio.

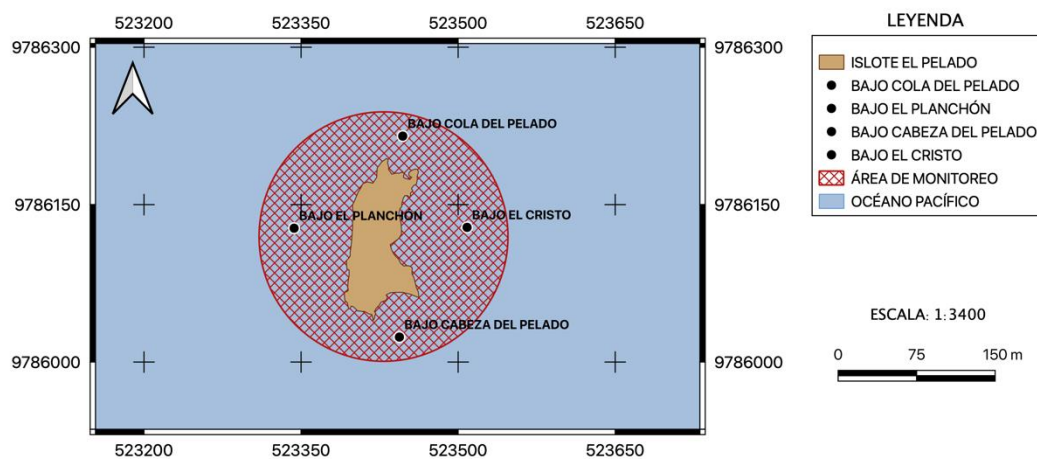
La Reserva Marina “El Pelado” (REMAPE), fue creada el 24 de agosto de 2012 mediante Acuerdo Ministerial No. 118 publicado en el Registro Oficial No. 802 del 3 de octubre del 2012. La Reserva Marina El Pelado se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas UTM: (519631 latitud, 9775894 longitud) ubicada en el mar, sigue en línea recta hacia el norte hasta la coordenada (519631 latitud, 9789904 longitud) ubicada en el mar, para posteriormente dirigirse hacia el este hasta la coordenada (529894 latitud, 9789904 longitud) avanzando hacia el sur por la línea de costa hasta la coordenada (529403 latitud, 9775894 longitud) y cierra en la coordenada No. 1, formando un polígono que comprende 96.60 hectáreas de zona terrestre y extendiéndose hasta 8 millas náuticas mar afuera, abarcando una superficie total de 13.155.30 hectáreas (Figura 4) (MAE, 2014).



**Figura 4:** Ubicación geográfica y límites de la Reserva Marina "El Pelado"

**Fuente:** Elaborado en Software QGIS 3.8 por el autor.

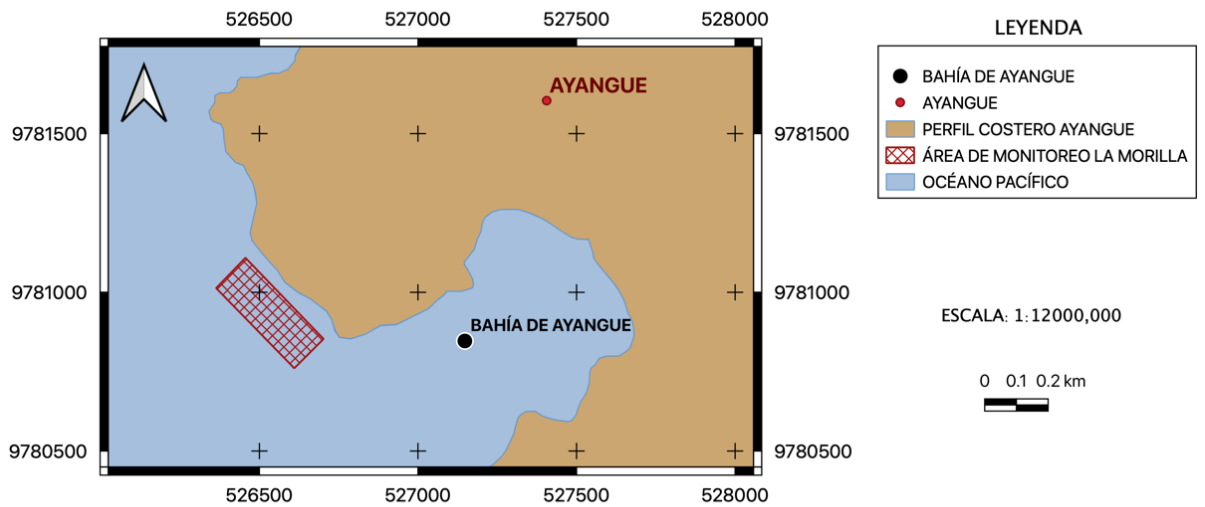
Se establecieron dos estaciones de monitoreo dentro de la REMAPE. La primera estación estuvo ubicada en un radio de 10-15 metros alrededor del Islote El Pelado, y cuyos puntos referenciales fueron: Bajo El Cristo (BEC), Bajo Cabeza del Pelado (BCP), Bajo Cola del Pelado (BCDP) y Bajo El Planchón (BP) (Figura 5).



**Figura 5:** Ubicación geográfica de la primera estación localizada alrededor del Islote El Pelado.

**Fuente:** Elaborado en Software QGIS 3.8 por el autor.

La segunda estación de monitoreo estuvo localizada entre las formaciones rocosas submarinas frente a las playas aledañas a la Bahía de Ayangue (Figura 6). Estos sitios en estudio son reconocidos por pobladores y pescadores del lugar como áreas de observación de *A. laticeps* (Figura 5 y 6).



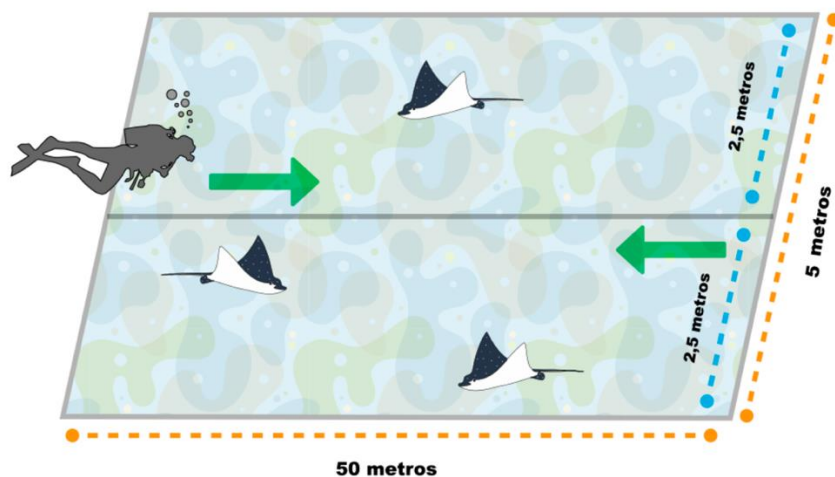
**Figura 6:** Ubicación geográfica de la segunda estación localizada frente a las playas aledañas a la Bahía de Ayangue.

**Fuente:** Elaborado en Software QGIS 3.8 por el autor.

## 6.2. Monitoreo in situ

Se realizaron cuatro visitas mensuales a las zonas de monitoreo en la REMAPE de diciembre de 2018 a mayo de 2019, completando una total de 25 inmersiones mediante una embarcación de pequeño calado utilizada para pesca artesanal. Las inmersiones tuvieron una duración de 50 minutos cada una, no monitoreando en época de aguajes producidos por ciclos lunares (luna nueva y luna llena), puesto que las zonas de monitoreo se tornaban turbias y con poca visibilidad. Por lo tanto, solo se consideró apto para monitorear en los ciclos lunares de cuarto menguante y cuarto creciente, siempre y cuando las condiciones oceanográficas lo permitan.

Para determinar la abundancia de la raya águila se empleó para ambas estaciones de monitoreo el sistema de transecto en banda, situados de forma paralela a la línea de costa o arrecife (Conquest *et al.*, 1996). Con un campo visual de 2.5 m a ambos lados y 50 m de longitud, con una repetición por transecto, a profundidades entre 4 a 6 m, lo cual representó un área de 250 m<sup>2</sup> por muestreo (Figura 7) (Holguín-Quiñones *et al.*, 2000; Holguín-Quiñones *et al.*, 2008). El área de muestreo estuvo delimitada por estacas previamente establecidas y a su vez posicionadas georeferencialmente mediante un GPS marca GARMIN modelo GPSMAP78.



**Figura 7:** Descripción de la técnica transecto de banda.

**Fuente:** El autor.

Durante las inmersiones, de registrarse un evento se identificó las rayas águilas *in situ* por sus características fenotípicas y con ayuda de guías ilustrativas, posteriormente se procedió a acercarse al individuo de forma paralela a su natación de tal manera que no cause ninguna alteración al comportamiento del organismo,

puesto que estudios demuestran que si se realiza el acercamiento al individuo de manera frontal este puede sufrir estrés y tiende a evadir la presencia de buzos (González- Ramos *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, se procedió fotografiar o hacer videos del organismo en general y aletas pélvicas, área que se ha determinado como patrón eficaz para el reconocimiento de individuos de esta especie (Cerutti-Pereyra, 2018).

La estructura de tallas se determinó mediante histogramas de frecuencia para todo el periodo de estudio. La determinación de longitud del ancho de disco (AD) se estimó usando un bastón de PVC en forma de T de 1 metro graduado cada 10 cm, esta herramienta es comúnmente utilizada para medir peces durante censos con buceo autónomo (English *et al.*, 1997). Para comparaciones posteriores, se consideró la talla media de madurez sexual de *A. laticeps* en 83.17 cm AD y la talla al nacer de 17–36 cm AD según estudio de Vázquez (2003). Así mismo, la determinación del sexo se basó en la presencia y/o ausencia de mixopterigios (claspers).

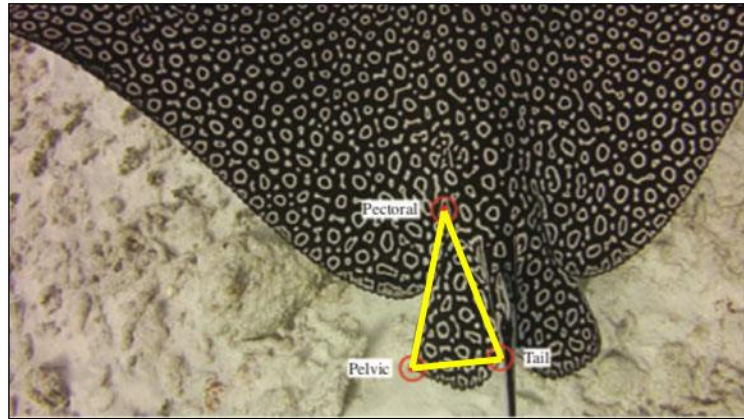
### **6.3. Fotoidentificación**

Se tomaron videos de los organismos desde diferentes ángulos con ayuda de una cámara fotográfica submarina marca GoPro, modelo Hero 6 Black para luego extraer los mejores “frames” del individuo como del área de identificación y almacenarlas para un posterior análisis en el Sistema de Identificación Individual Interactivo (I3S, Spot versión 4.02). Este software utiliza un algoritmo lineal de dos dimensiones para comparar el número de puntos, la forma, la posición y el tamaño

dentro de un área delimitada del cuerpo de la raya y se ha utilizado con éxito para la identificación de rayas águila en varios estudios (Lupton 2009; Bassos-Hull, 2014; González Ramos *et al.*, 2016; Cerutti-Pereyra, 2018). El I3S, Spot versión 4.02 calcula la distancia entre los puntos y da un rango para cada imagen. Una mayor similitud entre los puntos comparados se expresará por un rango mas cercano a 0, dando a entender que hay cierta similitud entre los patrones de imágenes de las aletas pélvicas se determinará que es el mismo individuo, mientras que si existe una mayor diferencia entre estas imágenes el programa mostrará valores superiores a 0 identificándolo como un nuevo individuo (Cerutti-Pereyra, 2018; Den Hartog y Reijns, 2007).

Para la identificación de cada individuo se seleccionaron tres puntos de referencia que delinear el área de la pelvis del individuo, formando un triángulo, donde se evaluó todos los puntos o manchas que se encuentre en el interior del mismo por medio del software I<sup>3</sup>S Spot: (1) donde la pelvis n se encuentra con la pectoral n, (2) la punta lateral posterior de la pelvis n; y (3) la punta media posterior de la pelvis n. Los puntos de referencia se denominaron: (1) pectoral, (2) pélvica y (3) cola (Flowers *et al.*, 2017) (Figura 8).

Además del análisis del software I<sup>3</sup>S, las fotografías de los individuos de rayas águila fueron evaluadas físicamente para corroborar los resultados emitidos por el software y comparadas entre si observando las similitudes o diferencia entre patrones o marcas de identificación.



**Figura 8:** Puntos de referencia para seleccionar el área de identificación en *A. laticeps*.

**Fuente:** Flowers *et al.*, 2017

Todas las comparaciones fotográficas fueron realizadas por una sola persona, con revisión de dos observadores independientes para corroborar la identificación de los individuos.

#### **6.4. Distribución y tasa de encuentro**

Se determinó el porcentaje de frecuencia de tasa de encuentro (TE) de la raya águila en cada área de estudio, durante el monitoreo científico para determinar la distribución y abundancia relativa. Esta fórmula consiste, en el número de rayas observadas por el tiempo de muestreo en los bajos del Islote el Pelado y la ensenada de Ayangué:

$$TE = n/t$$

Donde  $n$  es igual al número de organismos por cada muestreo y  $t$  son el total de horas de cada muestreo.

Así también, se registró por medio de monitoreo participativo, el número y lugares de observación de las rayas águilas, por lo que se contó con un protocolo de levantamiento de información, que se socializó con los buzos que colaboraron en el monitoreo participativo. Donde se registró la información sobre el área de observación (por medio de mapas) y fotografías para la verificación de la especie. Esto permitió obtener datos adicionales de avistamientos ocurridos durante el tiempo de estudio y de esta manera ampliar la data.

La metodología de monitoreo participativo en conjunto con la foto identificación se empleó para conocer si un individuo fue reincidente en visitar un lugar determinado, mediante la comparación de la similitud de marcas en las aletas pélvicas entre individuos (Cerutti-Pereyra, 2018; Den Hartog & Reijns, 2007).

### **6.5. Análisis de densidad de Kernel**

Se determinó la densidad de núcleo o de Kernel por medio del software QGIS 3.8. Este análisis se ejecutó para ambas estaciones, tanto la estación islote El Pelado como la estación La Morilla, determinando así las áreas de agregación para cada zona de monitoreo, expresada cada una de forma gráfica y numérica basado en el número de individuos observados.



## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1. Abundancia y estructura de tallas.

Dentro de esta investigación un total de 57 individuos de raya águila fueron observados durante diciembre del 2018 a mayo del 2019, por medio de monitoreos marinos y ciencia ciudadana en la Reserva Marina El Pelado (Tabla 1). La abundancia relativa se calculó a partir de los 25 monitoreos marinos que registraron un total de 21 observaciones de *A. laticeps*, con una tasa de encuentro promedio de  $0.51 \pm 1.8$  rayas por muestreo. El número máximo de individuos de *A. laticeps* observados por muestreo fue de 6. En el 52,38% de los monitoreos marinos no se observó ningún organismo.

**Tabla 1.** Tabla de resultados obtenidos durante el tiempo de estudio, donde se describe mensualmente la cantidad de individuos de rayas águila observados.

MES	No. De individuos observados con registro fotográfico	No. De individuos observados sin registro fotográfico	TOTAL
Diciembre	4	5	9
Enero	7	10	17
Febrero	7	8	15
Marzo	2	7	9
Abril		5	5
Mayo	1	1	2
	21	36	57

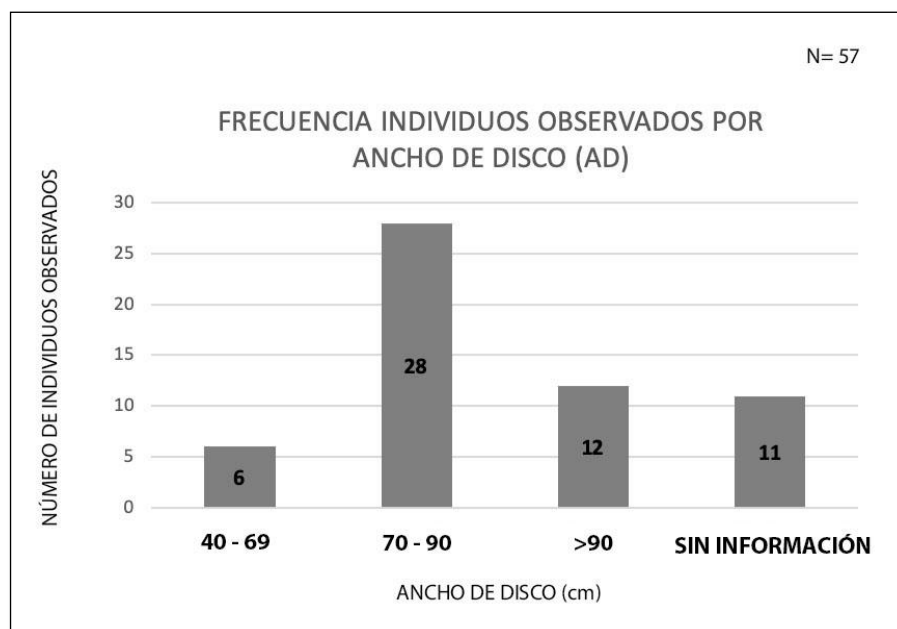
**Fuente:** El autor.

### 7.2. Estructura de tallas de *Aetobatus laticeps*.

La talla fue estimada en base a los valores de ancho de disco de rayas águilas observadas. Se registró tallas entre 40 a 120 cm de longitud del AD con un promedio de tallas de captura para *A. laticeps* de  $80,7 \pm 15,2$  cm; de los cuales

11% fueron machos, 26% hembras y 44% no identificado. Las hembras presentaron longitudes entre 70 a 120 cm de AD mientras que los machos registraron tallas entre 40 a 120 cm.

En base a estos valores se categorizaron en tres rangos de tallas del ancho de disco (AD); 40 - 69 cm como neonatos, 70 - 90 cm juveniles y >90 cm, individuos adultos (Cuevas-Zimbrón *et al.*, 2011; Bassos-Hull *et al.*, 2014). Predominando las observaciones de individuos en estado juvenil (49%), seguido por individuos adultos (21%) y finalmente individuos clasificados como neonatos (10 %) entre tallas 40 - 60 cm. Además, se avistaron 11 individuos pero no se pudo estimar el Ancho del Disco debido a las dificultad de las condiciones oceanográficas (Figura 9).



**Figura 9:** Composición de tallas de *Aetobatus laticeps* registrados durante monitoreos.

**Fuente:** El autor.

Con base a las tallas de *A. laticeps* observadas en la REMAPE los organismos que encontrados en la zona de estudio correspondieron tanto a organismos juveniles y adultos (70 – 90 cm), los cuales pueden estar utilizando la REMAPE como área de tránsito y alimentación aprovechando la disponibilidad de presas del lugar y condiciones ambientales, físicas y oceanográficas.

Otros trabajos científicos al igual que este, reportaron agregaciones de individuos juveniles en áreas rocas similares la bahía de Ayangue e Islote El Pelado, como en el sur del Golfo de México, describieron agregaciones de individuos juveniles de *A. narinari* (Cuevas-Zimbrón *et al.*, 2011), así como también en el este del Banco de Caicos en zonas poco profundas y rocosas (Flowers *et al.*, 2017) y en el Noroeste de Brasil en áreas <10 m de profundidad (Yokota & Lessa, 2006). Sin embargo, en la REMAPE ocurren agregaciones tanto de individuos juveniles como también de neonatos y adultos, aunque en menor cantidad, difiriendo con la mayoría de trabajos antes mencionados que no registraron neonatos.

### **7.3. Patrones de distribución.**

Tanto en las estaciones de monitoreo del El Pelado y La Morilla se avistaron los individuos de rayas águilas; observándose un total de 57, representando una tasa de encuentro de  $1.4 \pm 0.8$  individuos en el islote El Pelado y  $0.6 \pm 2.4$  individuos en La Morilla ( Tabla 2).

**Tabla 2.** Tasa de encuentro de las dos estaciones de monitoreo.

	<b>Horas de monitoreo</b>	<b>Individuos observados</b>	<b>Tasa de encuentro</b>
<b>La Morilla</b>	14	8	<b>0.5 ± 0.8</b>
<b>Islote El Pelado</b>	35	49	<b>1.4 ± 2.4</b>

**Fuente:** El autor.

La relación entre tasa de encuentro de *Aetobatus laticeps* en las dos estaciones monitoreadas fue baja ( $R= 0,31$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Correlación de Pearson de la tasa de encuentro entre las dos estaciones de monitoreo.

<b>CORRELACIÓN DE PEARSON</b>		
	<b>MORILLA</b>	<b>PELADO</b>
<b>DICIEMBRE</b>	3	6
<b>ENERO</b>	2	15
<b>FEBRERO</b>	1	14
<b>MARZO</b>	1	8
<b>ABRIL</b>	1	4
<b>MAYO</b>	0	2

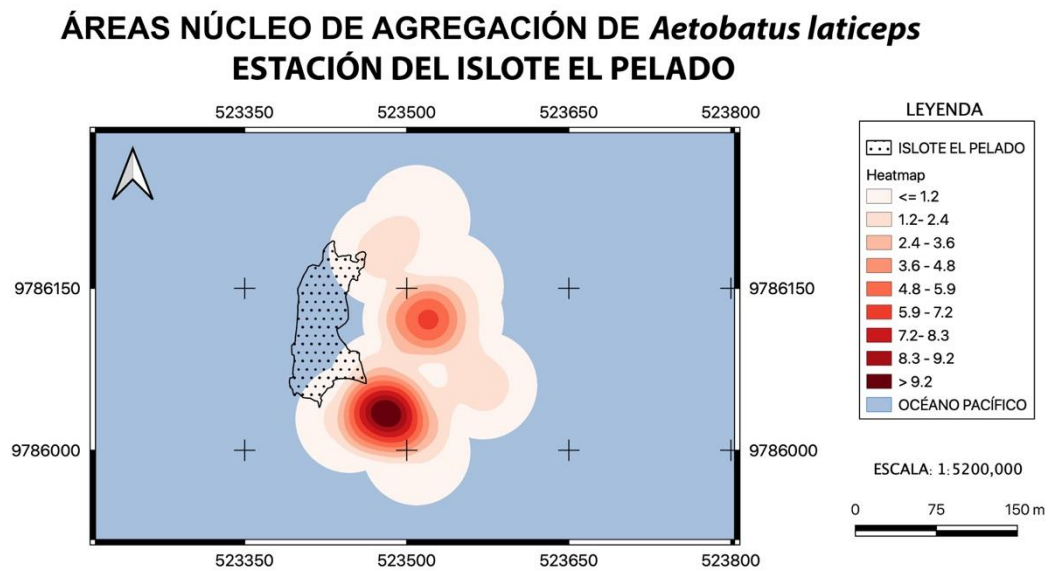
<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN</b>	<b>0,316227766</b>
	<b>RELACIÓN BAJA</b>

**Fuente:** El autor.

El resultado fue evaluado en base a una correlación perfecta igual a 1 y una correlación nula de 0.

A pesar de no demostrar significancia estadística, se evidenció áreas núcleo o Kernel de las agregaciones de *A. laticeps* en ambas estaciones de monitoreo, siendo la zona del islote El Pelado en el bajo Cabeza del Pelado se puede llegar a observar

hasta más de 9 individuos por m<sup>2</sup> de rayas águilas, y seguido por el bajo El Cristo entre 5.9-7.2 individuos por m<sup>2</sup> (Figura 12).

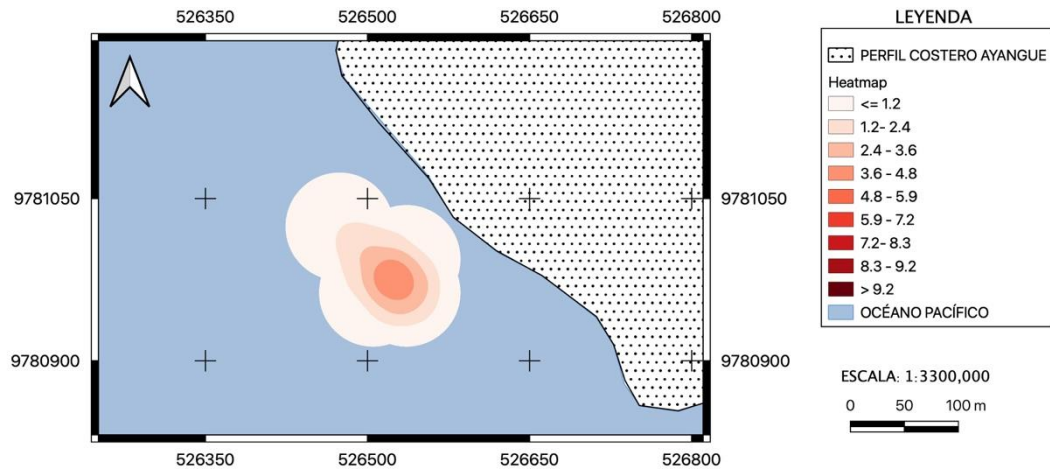


**Figura 10:** Áreas núcleo o Kernel de agregaciones de *A. laticeps* correspondientes a la estación El Pelado, donde según los datos registrado podemos observar desde 1 hasta más de 9 individuos en esta estación.

**Fuente:** Elaborado en Software QGIS 3.8 por el autor.

Mientras que en la estación de monitoreo La Morilla, también se produjeron encuentros con rayas, sin embargo, la tasa de agregación fue menor (Figura 13).

## ÁREA NÚCLEO DE AGREGACIÓN DE *Aetobatus laticeps* ESTACIÓN LA MORILLA



**Figura 11:** Áreas núcleo o Kernel de agregaciones de *A. laticeps* correspondientes a la estación La Morilla, donde podemos observar desde 1 hasta mas 5 individuos en esta estación.

**Fuente:** Elaborado en Software QGIS 3.8 por el autor.

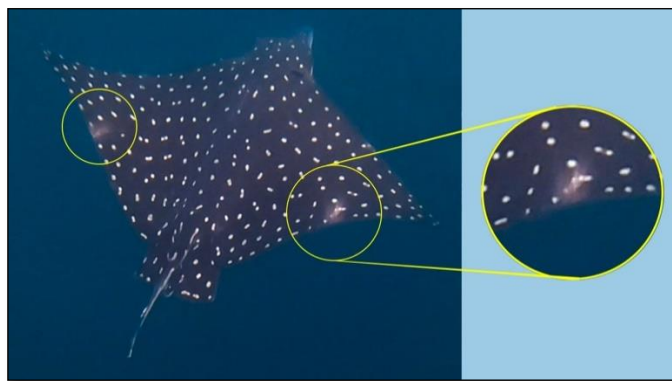
El mayor número de observaciones de *A. laticeps* en la REMAPE se concentró en la segunda estación, es decir el Islote El Pelado (Figura 10), a pesar que en el análisis de correlación de Pearson no mostró una relación entre los dos puntos, es posible observar núcleos representativos de agregaciones de individuos en cada una de las estaciones, por lo cual dicha presencia y/o ausencia puede atribuirse tanto a las características físicas y disponibilidad de presas de cada una de las estaciones. En este caso, los sitios se caracterizan por ser áreas rocosas y arenosas, lo cual garantizaría la disponibilidad de presas para *A. laticeps*, sin embargo, la estación del islote El Pelado es un lugar oceánico y sus bajos son más profundos (>12 m), lo

cual atrae más individuos de esta especie, tal como lo describen trabajos desarrollados sobre el género *Aetobatus*, como manifiesta Flowers *et al.* (2017) quien menciona haber observado rayas águila en hábitats costeros, incluidos lechos de pastos marinos, arrecifes de coral, canales con arrecifes de parche, arrecifes de parche dominados por octocorales y en planicies de arena.

Pero, también existe una ocurrencia estacional para este género, reportando para *A. narinari* en el Golfo de México, atribuida principalmente a los movimientos hacia distintas zonas en relación a los cambios de la temperatura superficial del mar (TSM) (Bassos-Hull *et al.*, 2014). En este estudio realizado en la época de invierno (dic-may) los rangos de temperatura estuvieron entre ( 24 - 27 °C), siendo esta una tendencia similar a la descrita por Cuevas-Zimbrón *et al.*, (2013), donde los factores ambientales influenciaron las capturas de la pesca artesanal de *A. narinari* en las costas del sur del Golfo de México. Así mismo, estudios genéticos de población y los datos de encuestas en el Golfo de México sugieren una posible migración estacional de norte a sur de *A. narinari* en respuesta a las fluctuaciones de temperatura entre los rangos ( 23 - 26°C) (Sellas *et al.*, 2015). Del mismo modo, esta tendencia ha sido mencionada para *A. narutobiei* en la costa sur de Japón (Yamaguchi *et al.*, 2005) y *A. ocellatus* en Taiwan y Queensland, Australia (Schluessel *et al.*, 2010) con las mayores capturas durante gradientes específicos de la TSM.

### 7.3.1. Análisis de actividad de *Aetobatus laticeps*.

De las 57 observaciones de *A. laticeps* predominó la actividad de desplazamiento. Aunque, en uno de los individuos se observaron cicatrices de copula en las aletas pectorales, lo cual pudiera entenderse como presencia de actividades reproductivas en el lugar (Figura 14).



**Figura 12:** Cicatrices en ambas aletas pectorales de individuo de *A. laticeps*, de posibles actividades de reproductivas.

**Fuente:** El autor.

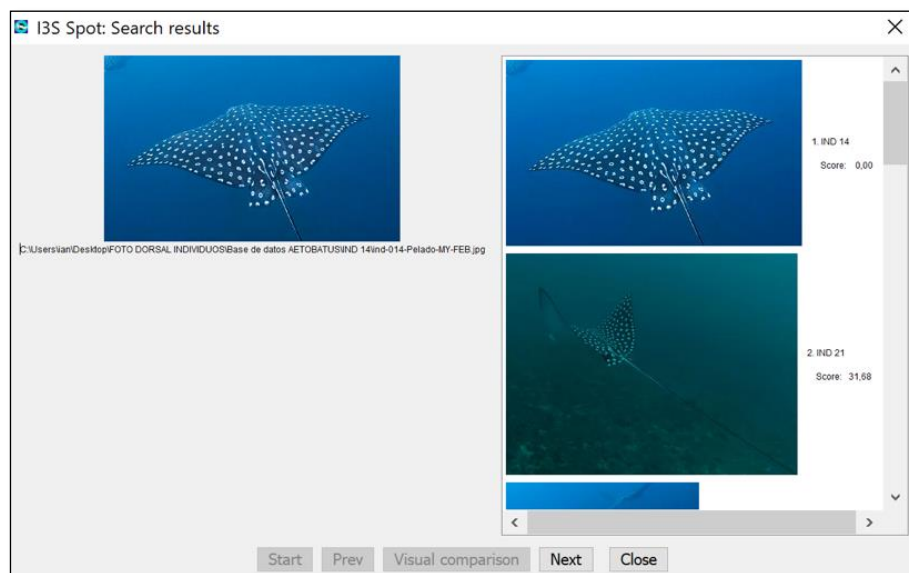
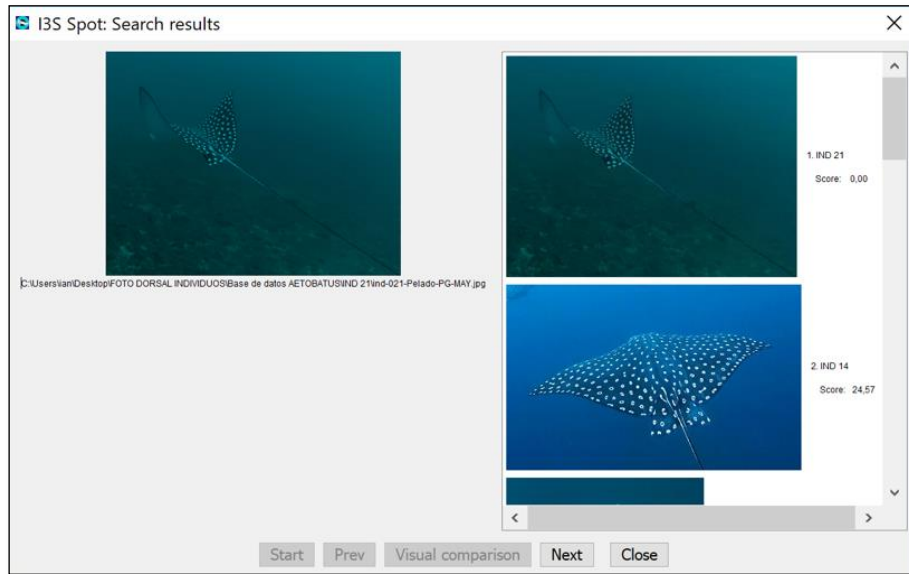
Estudios confirman que la actividad predominante de las rayas águila es la de desplazamiento, ocasionalmente alimentación y raras observaciones de limpieza y reproducción (Castelo, 2018). Sin embargo, como los muestreos fueron realizados durante horas del día, existe la posibilidad que esta especie realice otro tipo de actividad durante horas de la noche que no pudieron ser registrados durante los monitoreos.



#### **7.4. Análisis de foto-identificación Spot I<sup>3</sup>S y fidelidad de sitio.**

Del total de avistamientos, se obtuvieron 21 registros con sus respectivas fotografías que fueron organizados por avistamiento y codificadas para luego ser evaluadas mediante el software de foto-identificación Spot I<sup>3</sup>S. Donde se analizó y verificó re-avistamientos de un mismo individuo en alguna de las áreas de monitoreo. Este software expresó una base de datos de los patrones o marcas de identificación entre un individuo y otro (tabla 6). Recalcando que el valor más cercano a 0 significa una mayor similitud de patrones y un posible re-avistamiento de algún individuo.

El análisis mostró el reavistamiento de un individuo, el mismo que fue observado en dos bajos distintos dentro de la estación El Pelado. Fotografiado por primera vez en el bajo La Cabeza del Pelado y re-avistado en otra ocasión en el bajo La Cola del Pelado, con una diferencia de tiempo de 3 meses entre cada avistamiento. Este análisis se expresó con el valor 24,57 siendo este el valor de menor rango de diferencias entre un registro y otro (Figura 13). Sin embargo las fotografías fueron evaluadas físicamente para corroborar los datos del software, que efectivamente demostró ser el mismo individuo fotografiado en dos sectores distintos.



**Figura 13:** Resultados de similitud de patrones de identificación entre individuos de raya águila con software I<sup>3</sup>S.

**Fuente:** Elaborado en Software I<sup>3</sup>S por el autor.

## 8. CONCLUSIONES

La abundancia de *A. laticeps* en la Reserva Marina El Pelado (REMAPE) varía mensual y estacionalmente, siendo mayor la abundancia durante la estación de invierno (diciembre, enero, febrero, marzo) y disminuyendo progresivamente en los meses de abril y mayo.

La mayor abundancia de *A. laticeps* se registró en la estación El Pelado y en menor número en la estación La Morilla, presencia que estaría relacionada con factores físicos como topografía y batimetría de los bajos monitoreados; y ambientales como temperatura, corrientes, entre otros.

De acuerdo a las observaciones realizadas, en los bajos del Islote El Pelado y la bahía de Ayangue de la REMAPE, se puede indentificar como áreas de agregación y de tránsito de organismos juveniles y adultos de *A. laticeps*.

La ciencia ciudadana como método de investigación es eficaz en este tipo de estudios, puesto que miembros de la comunidad contribuyen a trabajos investigativos y científicos, intercambiando información relevante para el manejo de ecosistemas marino costeros.

La fotoidentificación como técnica de monitoreo no invasiva permite identificar de manera confiable patrones naturales en las especies marinas, y permite determinar a largo plazo la ecología poblacional de las especies.

A pesar de registrar una baja tasa de captura- recaptura, no se descarta que exista una fidelidad de sitio de la raya águila en la REMAPE, condición que no se evidenció en esta investigación por el limitado tiempo y frecuencia de monitoreo.

## 9. RECOMENDACIONES

La mayor abundancia relativa de *A. laticeps* coincide con la zona donde se lleva a cabo la mayor actividad turística en el Islote el Pelado, por lo que es recomendable evaluar el impacto de actividades como el tránsito de embarcaciones o número permisible de turistas u observadores sobre esta especie.

Este estudio aporta información importante de algunos aspectos de identificación, y ecología poblacional de *A. laticeps*. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones a largo plazo, que permitan determinar el tiempo de permanencia de la raya águila en la REMAPE, patrones más amplios de distribución en el perfil costero y migración.

Se recomienda incrementar estudios en el sector La Morilla y playas colindantes como Playa Rosada, Portete Chico, Portete Grande, para evaluar la presencia de raya águila, como puntos de observación de esta especie y de fácil acceso para fomentar el turismo de naturaleza, mediante la actividad de apnea y snorkeling por miembros de la comunidad de Ayangué.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial, No. 093 (Prohibición de pesca dirigida de mantarrayas) 6 septiembre, (2010). República del Ecuador.
- Acuerdo Ministerial, No. 118 (Creación de área marina protegida, Reserva Marina El Pelado) 24 agosto, (2012). República del Ecuador .
- Bassos-Hull K, Wilkinson K, Hull P, Dougherty D, Omori K, Ailloud L, Morris J, Hueter R. (2014). Life history and seasonal occurrence of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*, in the eastern Gulf of Mexico. *Environ Biol Fish* 97:1039– 1056.
- Bonfil, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries (No. 341). FAO Fisheries Technical Paper, 341. 119 pp.
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 2014, vol. 343, no 6178, p. 1436-1437.
- Borbón, H. R., & Rincón, F. A. (2008). Fotoidentificación de individuos de ballenas Jorobadas mediante patrones de su aleta caudal. Universidad Antonio Narino-Universidad Nacional Bogotá, Bogotá, Colombia. 7 pp.

- Branch, T.A., Jensen, O.P., Ricard, D., Ye, Y. & Hilborn, R. (2011). Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conserv. Biol.* 25, 777–786.
- Castelo, Alejandra (2018). Uso de habitat de la raya águila (*Aetobatus laticeps*) en los Arcos de Mismaloya, Jal. y aspectos biológico-pesqueros en el Pacífico mexicano. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Bahía de Banderas. Bahía de Banderas, Mexico, 85 pp.
- Cerón, G. (2015). Resultados preliminares y perspectivas futuras del seguimiento de patos de los torrentes utilizando anillado de individuos y registros fotográficos. Libro de Resúmenes, XVI Reunión Argentina de Ornitología, Septiembre 2015, La Plata, Argentina.
- Cerutti-Pereyra, F., Bassos-Hull, K., Arvizu-Torres, X., Wilkinson, K. A., García-Carrillo, I., Perez-Jimenez, J. C., & Hueter, R. E. (2018). Observations of spotted eagle rays (*Aetobatus narinari*) in the Mexican Caribbean using photo-ID. *Environmental Biology of Fishes*, 101(2), 237-244.
- Cigliano, J. A., Meyer, R., Ballard, H. L., Freitag, A., Phillips, T. B., & Wasser, A. (2015). Making marine and coastal citizen science matter. *Ocean & Coastal Management*, 115, 77-87 pp.
- Coello, D. (2010). Informe pesquero marzo 2010. Desembarque de tiburones.

- Conquest L., R. Burr, R. Donnelly, J. Chavarria & V. Gallucci. (1996). Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. Stock assessment. Quantitative methods and applications for small scales fisheries. CRC, Lewis, Chelsea, Missouri, EEUU. 527 pp.
- Couturier L. I. E., Jaine F. R. A., Townsend K. A., Weeks S. J., Richardson A. J., Bennett MB (2011). Distribution, site affinity and regional movements of the manta ray, *Manta alfredi* (Kreffft, 1868), along the east coast of Australia. Mar Freshw Res 62:628– 637.
- Cuevas-Zimbrón, E., Pérez-Jiménez, J.C. y Méndez-Loeza, I. (2011). Spatial and seasonal variation in a target fishery for spotted eagle ray *Aetobatus narinari* in the southern Gulf of Mexico. Fisheries Science, 77(5), 723.
- Danulat E, Brandt M, Zárate P, Montesinos M & S Banks (2003). El Turismo en la Reserva Marina de Galápagos. Análisis global y condiciones en sitios de visita marinos seleccionados. Diciembre de 2003. Fundación Charles Darwin y Dirección Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos. Ecuador. 140 pp.



- Den Hartog J, Reijns R (2007). Interactive Individual identification system (I3S). Version 2.0.
- English, S. S., Wilkinson, C. C., y Baker, V. V. (1997). Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science.
- Estes, J., Terborgh, J., Brashares, J., Power, Berger, J., Bond, W., Carpenter, S., Essington, T., Holt, R., Jackson, J., Marquis, R., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R., Pikitch, E., Ripple, W., Sandin, S., Scheffer, M., Schoener, T., Shurin, J., Sinclair, A., Soulé, M., Virtanen, R. & Wardle, D., (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333, 301–306.
- Flowers, K. I., Henderson, A. C., Lupton, J. L., & Chapman, D. D. (2017). Site affinity of whitespotted eagle rays *Aetobatus narinari* assessed using photographic identification. *Journal of fish biology*, 91(5), 1337-1349.
- Gauthier-Clerc, M., J. P. Gendner, C. A. Ribic, W. R. Fraser, E. J. Woehler, S. Descamps, C. Gilly, C. Le Bohec, & Y. Le Maho. (2004). Long-term effects of flipper bands on penguins. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271: 423–426.

- Gill, T. (1867). XIII.—Note on the Family of Myliobatoids, and on a New Species of Aetobatis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 8(1), 135–138.
- González-Pérez, F., & Cubero-Pardo, P. (2010). Efecto de actividades turísticas sobre el comportamiento de fauna representativa de las Islas Galápagos, Ecuador. *Latin american journal of aquatic research*, 38(3), 493-500.
- González-Ramos, M., Santos-Moreno A., Rosas-Alquicira E., Fuentes-Mascorro G (2016). Validation of photoidentification as a mark–recapture method in the spotted eagle ray *Aetobatus narinari*. *Journal of Fish Biology*, 90(3), 1021-1030.
- Holguin-Quiñones O., Wright & Solís-Marín. (2000). Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, B.C.S., México. *Rev. Biol. Trop.* 48:749-757.
- Holguin Quiñones, O. E., González Medina, F. D. J., Solís Marín, F., & Félix Pico, E. F. (2008). Variación espacio-temporal de Scleractinia, Gorgonacea, Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea, de fondos someros de la isla San José, Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1189-1199.

- Kyne, P. M., Dudgeon C. L., Ishihara H., Dudley S. F. J. y White W. T. (2016). *Aetobatus ocellatus*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- Lascelles, B., Notarbartolo Di Sciara, G., Agardy, T., Cuttelod, A., Eckert, S., Glowka, L., et al. (2014). Migratory marine species: their status, threats and conservation management needs. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwater Ecosyst.* 24, 111–127. doi: 10.1002/aqc.2512.
- Last, P. R. y Stevens J. D. (1994). *Sharks and Rays of Australia*. Csiro Publishing, Melbourne.
- Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., y Stehmann, M. (Ed.). (2016). *Rays of the World*. Csiro Publishing.
- Lázaro Rincón, N. A. (2018). *Herramientas genómicas aplicadas a la conservación de megafauna marina: aportes, retos y una mirada hacia su uso en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 71 pp.
- Lupton J (2009). The application of I3S Manta version 2.1 to the individual identification of white spotted eagle rays (*Aetobatus narinari*): A preliminary study.

- Ministerio del Ambiente. (2014). Plan de Manejo de la Reserva Marina El Pelado. Quito, Ecuador. 85 pp.
- Martínez, J. (1999). Casos de estudios sobre el manejo de las pesquerías de tiburones en el Ecuador. FAO Fisheries Technical Paper (FAO).
- Marshall AD (2008) Biology and population ecology of *Manta birostris* in southern Mozambique. Ph.D. thesis. In: The University of Queensland.
- McEachran, J. & M. de Carvalho. (2002). Batoid Fishes. Pp. 507-589. *En:* K.E. Carpenter (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic: Species identification guide for fishery purposes. FAO Special Publication 5.
- Newby, J., Darden, T., Bassos-Hull, K., y Shedlock, A. M. (2014). Kin structure and social organization in the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*, off coastal Sarasota, FL. *Environmental Biology of Fishes*, 97(9), 1057–1065.
- Pattengill-Semmens, C. V., & Semmens, B. X. (2003). Conservation and management applications of the reef volunteer fish monitoring program. In *Coastal Monitoring through Partnerships* (pp. 43-50). Springer, Dordrecht.

- Ricard, D., Minto, C., Baum, J.K. & Jensen, O.P. (2012). Examining the knowledge base and status of commercially exploited marine species with the RAM Legacy Stock Assessment Database. *Fish Fish.* 13, 380–398.
- Richards VP, Henning M, Witzell W, Shivji MS (2009). Species delineation and evolutionary history of the globally distributed spotted eagle ray (*Aetobatus narinari*). *J Hered* 100: 273–283.
- Rosenblatt, M. ( 1956 ). Remarks on some nonparametric estimatees of a density function. ”*The Annals of Mathematical Statistics.*, 27, 832-837.
- Sellas, A. B., Bassos-Hull, K., Pérez-Jiménez, J., Angulo-Valdés, J., Bernal M., y Hueter, R. E. (2015). Population structure and seasonal migration of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*. *Journal of Heredity*, 106(3), 266–275.
- Schwarz, C. J., & Seber, G. A. (1999). Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science*, 427-456.
- Schluessel, V., Broderick, D., Collin, S. P., y Ovenden, J. R. (2010). Evidence for extensive population structure in the white-spotted eagle ray within the Indo- Pacific inferred from mitochondrial gene sequences. *Journal of Zoology*, 281(1), 46–55.

- Schofield, G., K. A. Katselidis, P., Dimopoulos, & J. D. Pantis. (2008). Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 360: 103–108.
- Sellas, A., Bassos-Hull, K., Pérez-Jiménez, J., Angulo-Valdés, J., Bernal M., y Hueter, R. (2015). Population structure and seasonal migration of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*. *Journal of Heredity*, 106(3), 266–275.
- Silliman W, Gruber SH (1999). Behavioral biology of spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*. *Bahamas J Sci* 7:13–20
- Silverman, B.W. ( 1986 ). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall, London.
- Simpfendorfer, C. A., y Heupel M. R. (2012). Assessing Habitat Use and Movement. En Carrier J. C., Musick J. A., y Heithaus, M. R. (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*. pp. 553–571. CRC press.
- Speed, C. W., Meekan, M. G., Rowat, D., Pierce, S. J., Marshall, A. D., y Bradshaw, C. J. A. (2008). Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. *Journal of Fish Biology*, 72(6), 1488–1503.

- Steimle, F. W., & Zetlin, C. (2000). Reef habitats in the middle Atlantic bight: abundance, distribution, associated biological communities, and fishery resource use. *Marine Fisheries Review*, 62(2), 24-42.
- Switzer, P. V. (1993). Site fidelity in predictable and unpredictable habitats. *Evolutionary Ecology*, 7, 533–555.
- Vaudo JJ, Lowe C. (2006) Movement patterns of the round stingray *Urolophus halleri* (Cooper) near a thermal outfall. *Journal of Fish Biology*, 68:1756–1766.
- Vázquez R. (2003). Aspectos biológicos de tiburones y rayas en la costa del centro y sur de Sinaloa, en invierno y primavera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana. México, 103p.
- Whitehead, H., J. Christal, & P. L. Tyack. (2000). Studying cetacean social structure in space and time. Pp. 65–86 *en* Mann, J., R. C. Connor, P. L. Tyack, & H. Whitehead (eds). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. Univ. of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- White, W. T. (2006). *Aetobatus flagellum*. The IUCN Red List of Threatened Species.

- White, W. T., Last, P. R., Naylor, G. J. P., Jensen, K. & Caira, J. N. (2010a). Clarification of *Aetobatus ocellatus* (Kuhl, 1823) as a valid species, and a comparison with *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) (Rajiformes: Myliobatidae). In Descriptions of New Sharks and Rays from Borneo (Last, P. R., White, W. T. & Pogonoski, J. J., eds), pp. 141–164. CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper 032.
- White, W. T., Last, P. R., Naylor, G. J., Jensen, K., y Caira, J. N. (2010). Clarification of *Aetobatus ocellatus* (Kuhl, 1823) as a valid species, and a comparison with *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) (Rajiformes: Myliobatidae). Descriptions of new sharks and rays from Borneo. CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper, 32, 141–164.
- White, W. T., & Last, P. R. (2012). A review of the taxonomy of chondrichthyan fishes: a modern perspective. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 901-917.
- White, G. C., & Garrott, R. A. (2012). Analysis of wildlife radio-tracking data. San Diego, CA: Academic Press Inc.
- White, W. T., Furumitsu, K., y Yamaguchi, A. (2013). A new species of eagle ray *Aetobatus narutobiei* from the Northwest Pacific: an example of the



critical role taxonomy plays in fisheries and ecological sciences. *PloS One*, 8(12), e83785.

- White J, Simpfendorfer C., Tobin AJ, Heupel MR (2014). Spatial ecology of shark-like batoids in a large coastal embayment. *Environ Biol Fish* 97:773–786.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., et al. (2009). Rebuilding global fisheries. *Science* 325, 578–585.
- Yamaguchi, A., Kawahara, I., y Ito, S. (2005). Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 74(2), 229–238.
- Yokota, L., y Lessa, R. P. (2006). A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 75(3), 349–360.

## 11. ANEXOS

- Fichas de campo



**Figura 17:** Ficha anterior de campo utilizadas para toma de datos e información durante monitoreos.

**Fuente:** El autor.

## Ficha de Avistamiento

<b>Datos de Avistamiento</b>	
Fecha:	Hora:
Nombre Embarcación:	
Nombre de buzo:	
Avistamiento de Sp:	Si    No
# individuos observados:	
Punto de observación:	
Actividad de organismos durante observación:	
Se tomaron fotos de los organismos observados:    Si    No	
Determinación de sexo:    H    M    ?	
Estimación de AD:	

**Figura 18:** Ficha posterior de campo utilizadas para toma de datos e información durante monitoreos.

**Fuente:** El autor.

- Charlas de socialización y ciencia ciudadana



**Figuras 19:** Charlas de sociabilización informativa sobre las rayas águila y ciencia ciudadana, dictadas a operadoras turísticas, pescadores y público en general efectuado en la ciudad de Guayaquil y la comuna de Ayangue. **A:** Preámbulo. **B:** Introducción. **C:** Conceptualización. **D y E:** Detalle y contexto. **F:** Clausura.

- **Fotografías en campo.**



**Figura 20:** Vista lateral del Islote El Pelado.

**Fuente:** El autor.

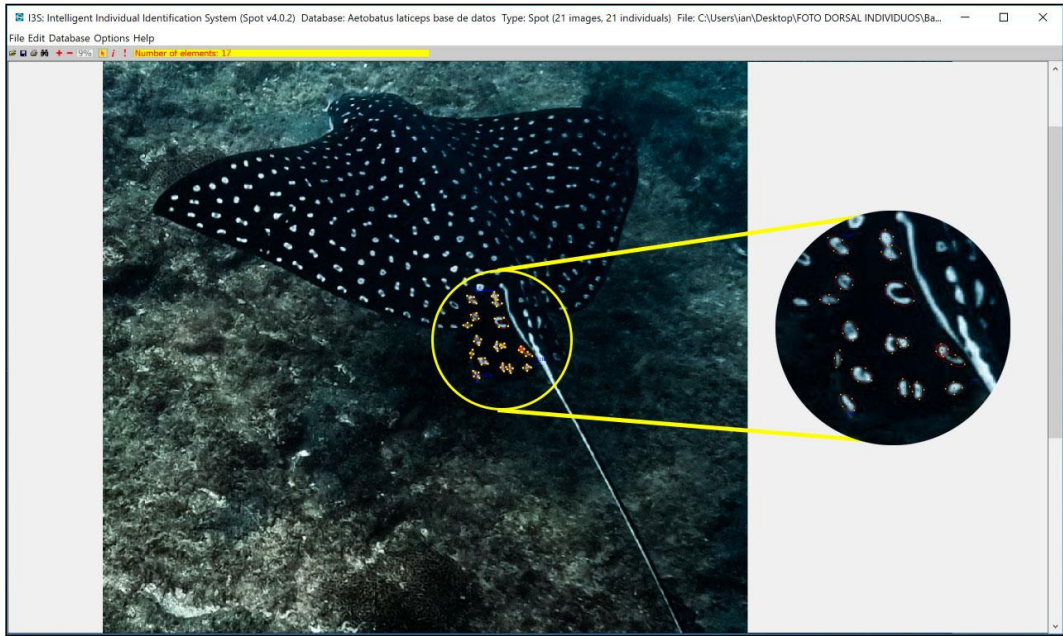


**Figura 21:** Grabación y toma de fotografías de individuo de *A. laticeps* mediante técnica de snorkeling.

**Fuente:** El autor.

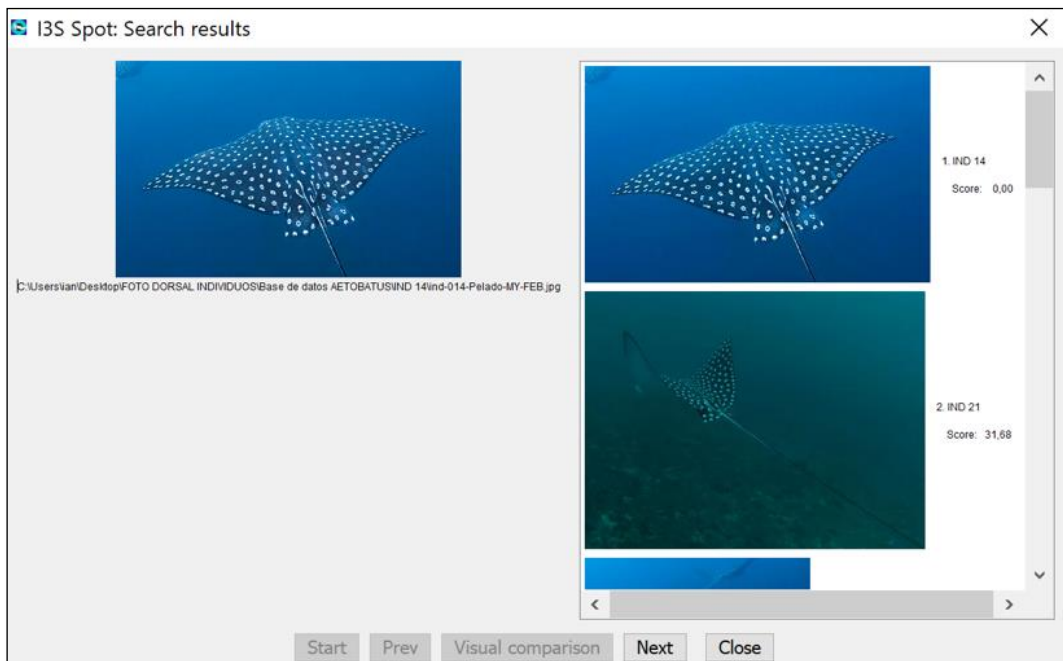


- **Análisis fotográfico con Software I<sup>3</sup>S.**



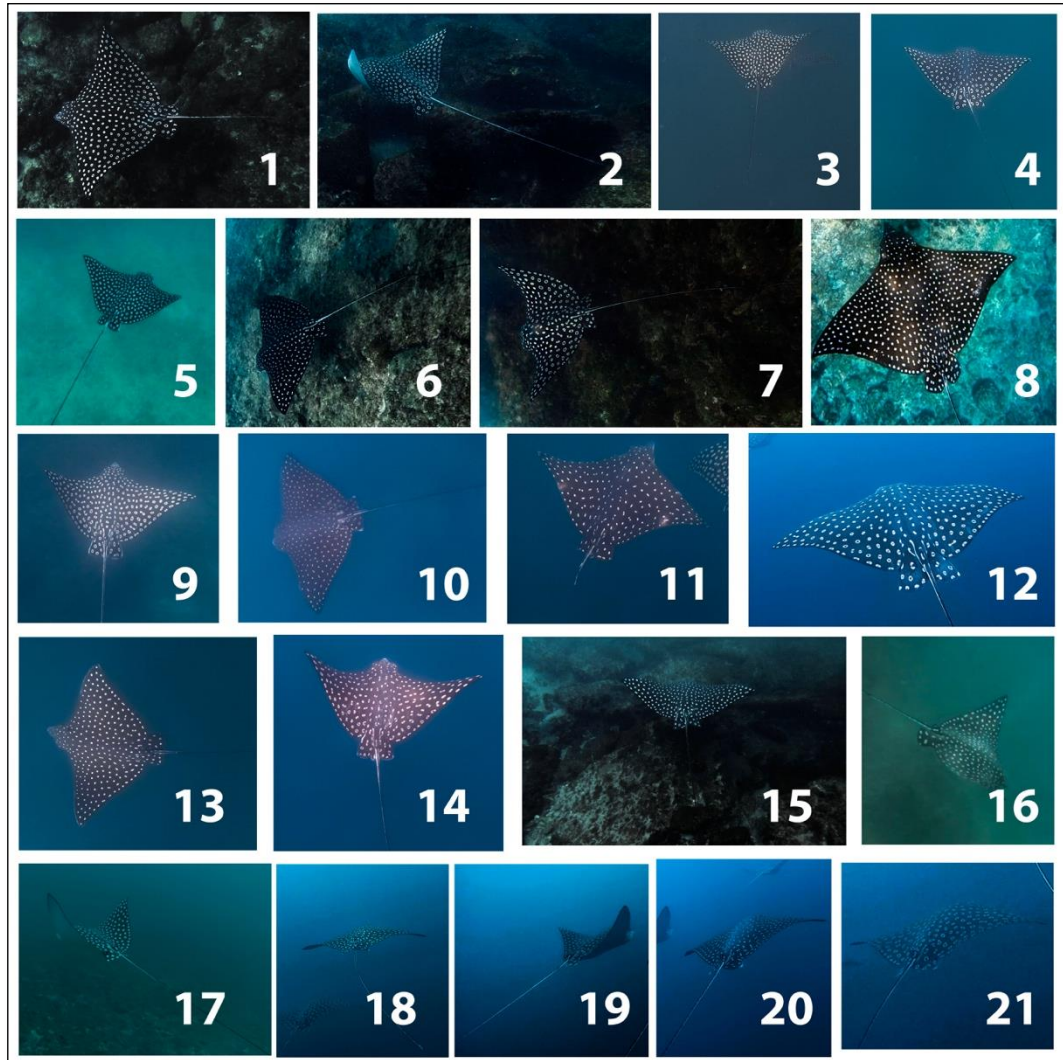
**Figura 22:** Selección de marcas o patrones naturales de individuo de raya águila.

**Fuente:** El autor.



**Figura 23:** Análisis de comparación de similitudes de patrones naturales entre individuos registrados en base de datos.

**Fuente:** El autor.



**Figura 24:** Base de datos fotográfica de individuos de *A. laticeps* registrados durante estudio.

Fuente: El autor.

**Tabla 4.** Base de datos recogida de censos marinos realizados y datos recolectados de ciencia ciudadana.

CODIGO	FECHA	HORA	PROFUNDIDAD (M)	ACTIVIDAD	WAYPOINT		BAJO	NÚMERO DE	CÓDIGO FOTOGRAFÍA	SEXO	ANCHO DE DISCO (AD)	TEMPERATURA (°C)
					LATITUD	LONGITUD						
IR-001-MOR-DIC-CF	3-dic-18	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'54.06"S	80°45'41.30"O	MORILLA	1	ind-01-Morilla-IR-DIC	HEMBRA	70 - 90	24
IR-002-MOR-DIC-CF	3-dic-18	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'54.06"S	80°45'41.30"O	MORILLA	1	ind-02-Morilla-IR-DIC	HEMBRA	70 - 90	24
IR-001-MOR-DIC-SF	3-dic-18	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'54.06"S	80°45'41.30"O	MORILLA	1	MORILLA SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	24
IR-003-PEL-DIC-CF	5-dic-18	10:30 - 11:30	5	NATACIÓN	1°56'7.93"S	80°47'17.21"O	CRISTO	1	ind-03-Pelado-IR-DIC	MACHO	40 - 60	23,5
IR-002-PEL-DIC-SF	5-dic-18	10:30 - 11:30	5	NATACIÓN	1°56'7.93"S	80°47'17.21"O	CRISTO	1	PELADO SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	23,5
GY-003-PEL-DIC-SF	8-dic-18	11:00 - 12:00	2	NATACIÓN	1°56'8.93"S	80°47'19.47"O	CABEZA DEL PELADO	1	GENARO SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	24
IR-001-MOR-DIC-SA	14-dic-18	10:00 - 11:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	24,2
IR-004-PEL-DIC-CF	20-dic-18	16:00 - 17:00	4	NATACIÓN	1°56'6.22"S	80°47'18.93"O	CRISTO	1	ind-04-Pelado-IR-DIC	HEMBRA	70 - 90	24,3
PG-004-PEL-DIC-SF	26-dic-18	12:00 - 13:00	5	NATACIÓN	1°56'6.32"S	80°47'19.15"O	CRISTO	2	PAUL 2 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	25
JG-005-PEL-ENE-CF	3-ene-19	10:30 - 12:30	8	NATACIÓN	1°56'4.04"S	80°47'19.77"O	COLA DEL PELADO	1	ind-05-Pelado-JG-ENE	MACHO	70 - 90	25,3
JG-005-PEL-ENE-SF	3-ene-19	10:30 - 12:30	7	NATACIÓN	1°56'4.04"S	80°47'19.77"O	COLA DEL PELADO	1	JOHN SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	25,3
IR-006-MOR-ENE-CF	3-ene-19	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'53.01"S	80°45'42.13"O	MORILLA	1	ind-06-Morilla-IR-ENE	HEMBRA	70 - 90	25,3
IR-002-PEL-ENE-SA	10-ene-19	12:00 - 13:00	-	-	-	-	PELADO	-	-	-	-	25,5
IR-007-MOR-ENE-CF	17-ene-19	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'53.36"S	80°45'41.36"O	MORILLA	1	ind-07-Morilla-IR-ENE	HEMBRA	70 - 90	26
DZ-008-PEL-ENE-CF	26-ene-19	10:00 - 12:00	6	NATACIÓN	1°56'6.28"S	80°47'18.50"O	CRISTO	1	ind-08-Pelado-DZ-ENE	HEMBRA	70 - 90	25,5
DZ-006-PEL-ENE-SF	26-ene-19	10:00 - 12:00	6	NATACIÓN	1°56'6.28"S	80°47'18.50"O	CRISTO	1	DOUGLAS SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	25,5
IR-009-PEL-ENE-CF	27-ene-19	14:00 - 15:00	5	NATACIÓN	1°56'8.18"S	80°47'19.88"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-09-Pelado-IR-ENE	MACHO	100 - <	25,5
IR-010-PEL-ENE-CF	27-ene-19	14:00 - 15:00	4	NATACIÓN	1°56'8.18"S	80°47'19.88"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-10-Pelado-IR-ENE	HEMBRA	100 - <	25,5
IR-011-PEL-ENE-CF	27-ene-19	14:00 - 15:00	3	NATACIÓN	1°56'8.18"S	80°47'19.88"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-11-Pelado-IR-ENE	MACHO	100 - <	25,5
DZ-007-PEL-ENE-SF	27-ene-19	10:00 - 12:00	7	NATACIÓN	1°56'5.55"S	80°47'19.08"O	CRISTO	8	DOUGLAS 8 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	100 - <	25,5
JG-008-PEL-FEB-SF	3-feb-19	10:30 - 12:30	6	NATACIÓN	1°56'6.09"S	80°47'17.97"O	CRISTO	2	JOHN 2 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	40 - 60	25,4
IR-009-MOR-FEB-SF	11-feb-19	10:00 - 11:00	3	NATACIÓN	1°58'51.75"S	80°45'42.77"O	MORILLA	1	IR YUR MICHELLE SF	NO IDENTIFICADO	70 - 90	26,5
IR-012-PEL-FEB-CF	14-feb-19	14:00 - 15:00	5	NATACIÓN	1°56'8.60"S	80°47'20.80"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-12-Pelado-IR-FEB	MACHO	70 - 90	26,3
IR-013-PEL-FEB-CF	14-feb-19	14:00 - 15:00	5	NATACIÓN	1°56'8.60"S	80°47'20.80"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-13-Pelado-IR-FEB	MACHO	70 - 90	26,3
MY-010-PEL-FEB-SF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	3	MARCELO 3 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	27
MY-014-PEL-FEB-CF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-14-Pelado-MY-FEB	HEMBRA	70 - 90	27
MY-015-PEL-FEB-CF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-15-Pelado-MY-FEB	HEMBRA	70 - 90	27
MY-016-PEL-FEB-CF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-16-Pelado-MY-FEB	HEMBRA	70 - 90	27
MY-017-PEL-FEB-CF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-17-Pelado-MY-FEB	HEMBRA	70 - 90	27
MY-018-PEL-FEB-CF	18-feb-19	10:00 - 12:00	4	NATACIÓN	1°56'9.17"S	80°47'20.23"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-18-Pelado-MY-FEB	HEMBRA	70 - 90	27
IR-003-MOR-FEB-SA	25-feb-19	10:00 - 11:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	27,5
IR-011-PEL-FEB-SF	27-feb-19	16:00 - 17:00	6	NATACIÓN	1°56'5.75"S	80°47'18.54"O	CRISTO	2	IAN 2 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	40 - 60	26,7
IR-004-MOR-MAR-SA	1-mar-19	11:00 - 12:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	27
IR-012-PEL-MAR-SF	3-mar-19	10:00 - 12:00	5	NATACIÓN	1°56'9.93"S	80°47'19.16"O	CABEZA DEL PELADO	1	IAN 1 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	40 - 60	27,5
IR-013-PEL-MAR-SF	9-mar-19	10:00 - 12:00	6	NATACIÓN	1°56'8.61"S	80°47'18.51"O	CABEZA DEL PELADO	1	IAN 1 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	27,5
MY-014-PEL-MAR-SF	13-mar-19	10:00 - 12:00	3	NATACIÓN	1°56'5.29"S	80°47'17.92"O	CRISTO	5	MARCELO 5 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	27,6
IR-019-MOR-MAR-CF	15-mar-19	16:00 - 17:00	3	NATACIÓN	1°58'53.55"S	80°45'41.98"O	MORILLA	1	ind-19-Morilla-IR-MAR	HEMBRA	70 - 90	27,7
DM-020-PEL-MAR-CF	16-mar-19	13:00 - 14:00	6	NATACIÓN	1°56'9.32"S	80°47'19.37"O	CABEZA DEL PELADO	1	ind-20-Pelado-DM-MAR	HEMBRA	100 - <	27,7
IR-005-PEL-MAR-SA	17-mar-19	10:00 - 12:00	-	-	-	-	PELADO	-	-	-	-	28
MY-015-PEL-ABR-SF	5-abr-19	12:00 - 13:00	5	NATACIÓN	1°56'6.88"S	80°47'18.02"O	CRISTO	4	MARCELO 4 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	25,4
IR-016-MOR-ABR-SF	12-abr-19	16:00 - 17:00	4	NATACIÓN	1°58'53.20"S	80°45'41.69"O	MORILLA	1	IAN 1 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	25,7
IR-006-PEL-ABR-SA	14-abr-19	10:00 - 11:00	-	-	-	-	PELADO	-	-	-	-	25,9
IR-007-MOR-ABR-SA	27-abr-19	12:00 - 13:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	27,2
IR-008-PEL-ABR-SA	28-abr-19	11:00 - 12:00	-	-	-	-	PELADO	-	-	-	-	27,3
IR-009-MOR-MAY-SA	10-may-19	10:00 - 11:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	27,5
IR-016-PEL-ABR-SF	10-may-19	14:00 - 15:00	6	NATACIÓN	1°56'9.03"S	80°47'19.80"O	CABEZA DEL PELADO	1	IAN 1 SIN FOTO	NO IDENTIFICADO	70 - 90	27,5
PG-021-PEL-MAY-CF	13-may-19	11:00 - 12:00	10	NATACIÓN	1°56'3.30"S	80°47'19.34"O	COLA DEL PELADO	1	ind-21-Pelado-PG-MAY	HEMBRA	70 - 90	27,3
IR-010-MOR-MAY-SA	24-may-19	14:00 - 15:00	-	-	-	-	MORILLA	-	-	-	-	27,1
IR-011-PEL-MAY-SA	24-may-19	14:00 - 15:00	-	-	-	-	PELADO	-	-	-	-	27,1

Fuente: El autor



**Tabla 5.** Base de datos de resultados numéricos con software Spot I3S de similitud entre individuos de raya águila.

RESULTADOS SOFTWARE SPOT I3S FOTOID - SIMILITUD ENTRE INDIVIDUOS OBSERVADOS																					
	Ind-01	Ind-02	Ind-03	Ind-04	Ind-05	Ind-06	Ind-07	Ind-08	Ind-09	Ind-10	Ind-11	Ind-12	Ind-13	Ind-14	Ind-15	Ind-16	Ind-17	Ind-18	Ind-19	Ind-20	Ind-21
Ind-01	-	275,53	171,03	113,14	217,93	197,1	56,96	125,57	312,44	259,19	544,51	152,64	127,09	442,54	118,74	289,33	202,94	720,95	238,54	131,08	125,48
Ind-02	227,84	-	186,68	129,58	179,17	177,8	157,26	100,48	328,67	369,88	382,62	147,52	125,64	124,42	175,57	146,75	204,49	124,13	152,76	341,23	98,34
Ind-03	346,6	183,59	-	99,02	121,44	314,17	263,81	60,27	103,63	1679,9	125,98	149,45	73,35	219,7	156,19	112,19	132,96	73,55	277,54	140,06	62,7
Ind-04	141,33	237,52	74,67	-	100,15	409,94	197,1	191,98	70,7	838,84	183,03	210,19	51,55	170,4	686,28	137,64	171,57	149,07	109,62	131,03	192,34
Ind-05	274,12	765,61	140,81	115,86	-	617,51	218,84	317,05	154,44	1735,31	223,01	529,99	449,51	3459,26	452,53	716,41	567,91	261,06	315,88	8051,17	195,41
Ind-06	314,3	441,9	587,07	136,98	1351,72	-	116,21	177,02	935,4	224,37	179,51	192,06	160,61	155,27	90,26	668,1	156,91	5754,85	112,78	157,93	282,88
Ind-07	94,75	139,43	112,22	146,65	140,33	135,47	-	57,93	145,4	913,13	192,85	104,74	85,89	157,58	163,03	303,13	174,47	238,75	60,9	391,79	123,46
Ind-08	148,46	137,83	110,32	376,74	442,97	444,93	141,3	-	345,73	486,58	268,25	96,99	118,45	93,66	97,22	186,4	116,14	133,9	104,26	90,6	58,16
Ind-09	283,5	166,94	93,45	67,52	101,13	832	229,69	285,33	-	713,62	221,79	166,77	292,03	628,98	357,05	205,69	256,47	536,32	129,29	207,32	106,35
Ind-10	302,53	813,63	5043,9	1084,04	893,16	174,96	1211,2	384,45	772,6	-	848	294,87	480,15	375,9	330,6	54592,73	201,15	6363,79	289,54	454,05	1023,91
Ind-11	281,47	299,14	100,12	203,25	165,74	146,43	260,87	188,18	199,69	736,38	-	52,47	145,26	80,28	56,51	213,38	141,48	3823,33	93,19	76,8	166,86
Ind-12	169,67	237,41	222,41	90,6	223,77	210,91	152,76	122,29	214,35	615,74	81,2	-	128,01	114,89	243,43	2787,41	507,63	363,94	157,73	123,82	181,19
Ind-13	125,57	274,06	192,79	109,2	220,04	175,79	139,24	82,12	417,96	1533,68	184,67	121,52	-	259,65	221,22	478,54	127	14452,48	61,71	293,95	563,91
Ind-14	114,02	102,47	153,93	143,6	247,97	185,07	161,34	81,91	312,85	290,48	119,82	122,68	137,17	-	74,92	740,49	101,92	1958,82	133,3	187,14	31,68
Ind-15	395,2	318,56	1960,02	44444444	1548,5	90,66	334,77	182,81	6635,84	241,86	125,8	702,91	319,49	153,05	-	19958,58	11,28	1008,82	158,98	160,15	216,28
Ind-16	250,07	401,24	320,81	1244,8	435,87	534,4	190,95	337,2	132,99	1762,78	28444444,44	402,27	276,73	378,33	779,69	-	252,94	188,43	896,75	277,5	749,23
Ind-17	188,32	541,12	379,39	156,7	1333,91	136,79	153,85	75,38	251,1	355,54	933,13	392,37	172,28	292,07	191,91	4472,65	-	301,64	153,84	385,3	322,8
Ind-18	726,78	118,3	174,12	215,16	164,65	700,2	126,91	176,66	215,3	6378,45	865,25	142,37	154,22	501,1	903,32	163,61	111,88	-	173,19	205,59	135,84
Ind-19	119,1	429,72	169,14	116,97	92,36	76,69	63,16	72,95	99,64	504,63	101,56	75,1	40,98	103,67	53,36	1254,18	72,96	2051,37	-	259,73	118,46
Ind-20	177,44	251,22	95,14	123,81	216,93	124	116,42	100,52	161,55	862,41	186,87	173,54	192,93	217,79	101,61	520,94	286,03	129,75	133,08	-	174,98
Ind-21	203,95	137,17	136,34	149,95	352,15	538,47	161,81	93,02	478,83	880,87	324,05	82,05	218,87	24,57	186,38	160,66	142,95	200,27	98,18	227,31	-

Fuente: El autor.