

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

“Movimiento y Filopatría de las ballenas jorobada (*Megaptera novaengliae*) que se congregan en dos áreas de importancia ecológica para Panamá: Archipiélago de las Perlas y Golfo de Chiriquí.”

PRESENTADO POR:

Crystal S. Rodríguez B.

Trabajo de graduación presentado
como requisito parcial para optar por
el título de Licenciado en Biología con
Orientación en Zoología.

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

Índice

Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Resumen.....	VI
Introducción.....	1
Justificación.....	4
Objetivos	5
Materiales y Métodos.....	6
Área de estudio.....	6
Foto identificación	7
Movimientos migratorios y filopatría.....	8
Resultados.....	11
Catálogo del Archipiélago de las Perlas.....	11
Movimientos migratorios.....	14
Filopatría.....	16
Discusión	17
Conclusión	20
Recomendaciones	21
Literatura citada	22
Anexos.....	26

Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1.</i> Registro de individuos foto-identificados en el Archipiélago de las Perlas avistados en más de una ocasión.....	12
<i>Cuadro 2.</i> Historial de movimientos migratorios entre el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí.	14
<i>Cuadro 3.</i> Número de ballenas foto identificados por año en el Archipiélago de las Perlas entre la década del 2009 al 2019.....	26

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Localización de los sitios de estudio en el Pacífico panameño: Archipiélago de las Perlas en el Golfo de Panamá y el Parque Nacional Golfo de Chiriquí y el Archipiélago de Islas Secas en el Golfo de Chiriquí. Mapa obtenido mediante Google Earth.....	7
<i>Figura 2.</i> Edición de la fotografía de un individuo, la imagen de la izquierda muestra la fotografía sin haber sido editada y la imagen de la derecha la fotografía previa a la edición resaltando las marcas de la zona ventral de la aleta caudal.....	9
<i>Figura 3.</i> Ocurrencia de individuos de ballena jorobadas foto identificados en el Archipiélago de las Perlas durante la década del 2009 al 2019.	11
<i>Figura 4.</i> Aletas caudales de individuos foto-identificados en más de una ocasión dentro del catálogo del Archipiélago de las Perlas.....	12
<i>Figura 5.</i> Movimiento migratorio del individuo ALP_03Ago13_B, observada en el Archipiélago de las Perlas durante el invierno austral del año 2013 y 2018. Además, una observación registrada en Happy Whale por el usuario Philip Stone del mismo individuo en la Antártida el año 2016.	13
<i>Figura 6.</i> Individuos de <i>M. novaengliae</i> avistados en el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí durante el 2009 y 2019. GCH: Golfo de Chiriquí; AP: Archipiélago de las Perlas.....	15
<i>Figura 7.</i> Movimiento del individuo PAN-1262 entre el Archipiélago de Las Perlas y el Golfo de Chiriquí entre los años 2011,2012 y 2013; mostrando un registro del 2022 en Puntarenas, Costa Rica. Mapa cortesía de Happywhale.com	26

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a mis padres, quienes han sido pilares en mi formación y un apoyo fundamental durante mi preparación académica. A mis profesores, quienes llenos de pasión y vocación dedicaron su tiempo y energía en prepararme en el área de ciencias; desde los profesores de secundaria que me motivaron a enamorarme de biología hasta los profesores de nivel superior que me han formado como bióloga. A mi familia, quienes fueron un agente motivador y un impulso constante en momentos de estrés y agotamiento. A mi persona, quien dedico horas de trabajo y energía para la culminación del presente trabajo de graduación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por compartir de su sabiduría infinita y por ayudarme a culminar con éxito el presente escrito. Infinitamente agradezco a mis padres por su paciencia y creencia en mí cuando yo misma ya no creía que pudiera lograr culminar este trabajo. A mis hermanas quienes siempre me motivaron a seguir adelante y me compartieron sus palabras más sabias y sus mejores consejos. Agradezco enormemente a los profesores que me formaron en esta hermosa carrera; principalmente a los profesores de la orientación en zoología Profa. Ana María Jiménez, Ricardo Pérez, Jacobo Araúz, Roberto Cambra y Dora Quirós, excelentes referentes durante mi preparación superior.

Por último, extendiendo mi más sincero agradecimiento a Betzi Pérez Ortega de la Fundación Panacetacea Panamá por aceptarme como estudiante tesista, quien me asesoro y guío desde la propuesta y redacción del proyecto hasta la culminación del presente documento. De igual manera agradezco a Kristin Rasmussen, presidente de Panacetacea USA, por facilitarme el acceso al catálogo de ballenas jorobadas del Golfo de Chiriquí y a Ted Cheeseman, cofundador y curador de la aplicación de ciencia ciudadana Happywhale.com, por contribuir enormemente en el proceso de foto-identificación. Agradezco también a todas las personas e investigadores que contribuyeron con sus fotografías de ballenas jorobadas a la Fundación Panacetacea Panamá (Beni Wilson, José Pérez y Megan Chevis) y con la aplicación www.happywhale.com. A su vez, agradezco a la cuenta de Whale Watching Panama en Happy Whale quien contribuyó significativamente a la realización de este trabajo.

RESUMEN

La ballena jorobada, *Megaptera novaengliae* migra anualmente entre zonas de alimentación en latitudes altas, hacia áreas de reproducción en las aguas tropicales. Presentando movimientos migratorios marcados, sin embargo; el conocimiento sobre la tendencia migratoria de este misticeto en ocasiones parece inconcluso. En este trabajo se evaluó el movimiento migratorio entre dos zonas de relevancia para la ballena jorobadas del Pacífico suroriental en Panamá, el Golfo de Chiriquí y el Archipiélago de las Perlas. A partir de avistamientos oportunistas realizados entre la década del 2009 al 2019, se diseñó un catálogo para el Archipiélago de las Perlas con 100 individuos foto identificados durante este periodo. Al comparar los catálogos de ambos sitios se obtuvieron 11 animales coincidentes entre las zonas, estableciendo y confirmando el movimiento migratorio entre el Golfo de Chiriquí y el Archipiélago de las Perlas. Además de su relevancia como sitio de cortejo, parto y crianza. Adicionalmente se evaluó la tendencia o filopatria de las ballenas avistadas a retornar a ambas zonas en diferentes inviernos australes con una tasa de retorno de 1.26% para el Archipiélago de las Perlas y 2% en el Golfo de Chiriquí, con tasas de retorno notablemente bajas hacia las zonas más importantes de reproducción y crianza en Panamá. Los resultados obtenidos de esta investigación confirman el tránsito por las aguas del Pacífico panameño durante la ruta migratoria de las ballenas jorobas del Pacífico suroriental; sin embargo, se requieren estudios más profundos de conectividad entre los individuos foto identificados en Panamá y los catálogos del Pacífico Suroriental para conclusiones más robustas sobre la relevancia de Panamá en comparación con otras zonas durante la migración anual de *Megaptera novaengliae* hacia zonas de reproducción.

1. INTRODUCCIÓN

Los mamíferos marinos comprenden cuatro taxa principales: Fisipedia, Pinnipedia, Cetacea y Sirennia, siendo el infraorden Cetacea el grupo más representativo conformado por las ballenas, delfines y marsopas. El infraorden Cetacea a su vez se clasifica en dos parvordenes: Odontoceti (cetáceos dentados) y Mysticeti (cetáceos con barba). Delfines, ballenas y marsopas congregan alrededor de 92 especies, divididas en 37 géneros (Committee on taxonomy, 2021) con representantes en zonas costeras, oceánicas, continentales y estuarinas. (Rice, 1998).

Dentro de los mysticeto la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae*, descrita por Borrowski en 1781; perteneciente a la familia Balaneopteridae, es uno de los cetáceos más representativos del grupo, con poblaciones presentes en todos los océanos, incluyendo el Mar Mediterráneo (Frantzis et al., 2004; Russo et al., 2016). Estas poblaciones habitan y se alimentan en aguas cercanas a los polos durante el verano y migran hacia aguas tropicales y subtropicales para reproducirse, parir y cuidar de sus crías durante el invierno. El intervalo de nacimiento (tiempo entre el nacimiento de una cría y la siguiente) es de 2 a 3 años (Aguilar et al., 1997). Los ballenatos alcanzan su madurez sexual entre los 4 y 5 años y la madurez física entre 13 y 15 años, periodo en el que llegarán a medir entre 11 y 15 metros de longitud, siendo las hembras generalmente más grandes y robustas que los machos (Aguilar et al., 1997).

Anualmente, poblaciones de ballenas jorobadas provenientes del hemisferio norte y sur visitan las aguas panameñas entre diciembre – abril para la población del hemisferio norte y de junio – octubre para la población del Pacífico Oriental Sur (Acevedo & Smultea, 1995). Los primeros registros de ballenas jorobadas en el Istmo datan del siglo XIX (Best, 2008).

Estas primeras observaciones fueron realizadas por el barco ballenero Gay Head, quienes en su bitácora describen avistamientos de ballenas en el Golfo de Parita, Isla Otoque, Isla Taboga y el Golfo de San Miguel, entre los meses de junio-julio, especialmente de madres con crías durante la segunda mitad de la temporada, correspondiente al mes de agosto (Best, 2008). Adicionalmente, los mapas de distribución de cetáceos del mundo de Townsend (1935) realizados a partir de los diarios de barcos balleneros, señalaban la Bahía de Panamá entre las principales zonas de caza de ballena jorobada.

Para un mejor manejo de la especie en el hemisferio sur, la Comisión Ballenera Internacional (CBI) dividió a la población en siete unidades poblacionales, dependiendo de sus zonas reproductivas (IWC, 1998). La zona reproductiva G, en el Pacífico suroriental comprende las costas de Perú, Ecuador, Colombia, Panamá y Costa Rica siendo estos dos últimos países los puntos de migración más al norte para esta población (Acevedo, 2007). Estas ballenas migran principalmente desde el Estrecho de Magallanes, Península Antártida y Archipiélago de Tierra del Fuego (Rice, 1998; Acevedo et al., 2007; Rasmussen et al., 2011; Guzmán et al., 2014). Los estudios realizados en Panamá confirman la relevancia de las costas del Pacífico panameño para las ballenas del hemisferio sur, específicamente para la unidad poblacional G (Rasmussen et al., 2007; Guzmán et al., 2014; Acevedo et al., 2007, 2017).

En el Pacífico panameño, el archipiélago de Islas Secas, ubicado en el Golfo de Chiriquí (Rasmussen et al., 2007) y el Archipiélago de las Perlas en el Golfo de Panamá (Guzmán et al., 2014), representan zonas de interés para las ballenas jorobada, donde se ha documentado comportamientos de cortejo y crianza. Entre 2003 y 2009, Guzmán et al. (2014), estimó un aproximado de 1000 individuos para la población que se congrega en el Archipiélago de las Perlas, de los cuales entre 15-25% de la población anual está conformada

por madres con crías, resaltando la relevancia de esta zona para el cuidado y crianza. Actividades similares se han reportado en el Golfo de Chiriquí, sitio documentado como una de las zonas de reproducción más al norte para la población de ballenas que se alimenta en el Archipiélago de Tierra de Fuego, lo que puede ser una posible extensión de la zona de reproducción del Ecuador y Colombia (Acevedo et al., 2017).

Los destinos migratorios de las ballenas jorobada en Panamá han empezado a ser estudiados para comprender su estructura, tamaño poblacional (Guzmán et al., 2014) y entender cuáles son los aspectos que influyen en las ballenas para migrar hasta las aguas del Pacífico Oriental tropical (Rasmussen et al., 2007, 2011). Sin embargo, estudios que permitan establecer los patrones de movimiento y los índices de retorno (filopatría) entre las zonas reproductivas en Panamá no han sido previamente realizados. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo determinar los patrones de movimiento y evaluar la filopatría de las ballenas provenientes del hemisferio sur durante los inviernos australes a las zonas reproductivas, el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí.

2. JUSTIFICACIÓN

Se han realizado estudios para comprender el rol de Panamá en la migración de la ballena jorobada entre las zonas de reproducción y alimentación. Sin embargo, investigaciones previas para determinar los patrones de movimiento y filopatría entre las zonas reproductivas de Panamá no han sido realizados. Este estudio permitió evaluar el movimiento migratorio entre las zonas de convergencia de ballenas jorobadas y la importancia de establecer medidas de protección más precisas que salvaguarden el tránsito de estos cetáceos; relevantes en la economía y turismo de las comunidades que se benefician del avistamiento de ballenas. Además, la actualización y recopilación de datos útiles en el estudio de mamíferos marinos de las costas del Pacífico panameño.

3. OBJETIVOS

General

Determinar los patrones de movimientos migratorios y filopatría de las ballenas jorobada que se congregan durante la época reproductiva, en dos sitios de importancia ecológica del Pacífico panameño: Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí.

Específicos

- Actualizar el catálogo de ballenas jorobada foto-identificadas en el Archipiélago de las Perlas y el Golfo Chiriquí.
- Determinar los patrones de movimiento de las ballenas jorobada que transitan el Pacífico panameño.
- Evaluar la filopatría de las ballenas jorobada a sus zonas reproductivas utilizando la técnica de la foto-identificación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Áreas de estudio

Archipiélago de las Perlas

El Archipiélago de las Perlas se encuentra en el Océano Pacífico, dentro del Golfo de Panamá. Ubicado a unos 50 km de las costas de la Bahía de Panamá. El Archipiélago comprende un aproximado de 200 islas e islotes, caracterizado por aguas someras de aproximadamente 15 metros de profundidad y una superficie de 168,771 ha de las cuales 135,618 ha forman parte de la Zona Especial de Manejo Marino-Costera declarado por la Autoridad Nacional de Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) mediante la Ley 18 del 31 de mayo del 2007. (Legislación de la República de Panamá, ley 18 del 2007) (Figura 1).

Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí y Archipiélago de Islas Secas.

El Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí se ubica en el Pacífico noroccidental de Panamá, declarado parque nacional mediante la Junta Directiva 019-94 del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE), hoy en día Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAmbiente). El parque mantiene una extensión de 14,740 ha con 10% de superficie terrestre (1,475.81) compuesta por 44 islas, islotes y cayos; y un aproximado de 13,264.19 de extensión marina. Próximo al parque se ubica Islas Secas, pequeño archipiélago compuesto por unas 16 islas que en conjunto tienen una superficie de aproximadamente 1,000 ha. (Legislación de la República de Panamá, resolución 19 de 1994) (Figura 1).



Figura 1. Localización de los sitios de estudio en el Pacífico panameño: Archipiélago de las Perlas en el Golfo de Panamá y el Parque Nacional Golfo de Chiriquí y el Archipiélago de Islas Secas en el Golfo de Chiriquí. Mapa obtenido mediante Google Earth.

4.2 Técnica de Foto - Identificación

En colaboración con la Organización Panacetacea, se obtuvo acceso a una serie de imágenes fotografiadas durante salidas a campo oportunistas (tour de avistamiento de ballenas o giras turísticas). A partir de fotografías oportunistas tomadas durante estas salidas a campos en el Archipiélago de las Perlas, durante los inviernos australes del 2009 – 2019, se confeccionó el catálogo de las Perlas. Los inviernos australes corresponden a la temporada invernal del hemisferio sur donde las ballenas migran hacia los trópicos, representando la temporada de ballenas que da inicio en junio y se extiende hasta diciembre. El catálogo de colas de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Archipiélago de las Perlas, fue confeccionado siguiendo la técnica de foto-identificación, propuesta por Katona et al. (1979). Esta técnica consiste en tomar fotografías de la parte ventral de aleta caudal de las ballenas jorobadas, la misma posee manchas y cicatrices que las diferencian individualmente. Esta técnica es utilizada a nivel mundial y por lo tanto nos permite hacer comparaciones de los individuos

tanto a nivel local como a nivel regional. Todo el proceso de foto-identificación se realizó primero de forma manual utilizando el programa para el manejo de imágenes digitales Fotos de Microsoft disponible en el ordenador. Fueron procesadas 982 fotografías oportunistas que incluían aletas dorsales y caudales, siendo seleccionadas para los fines de esta investigación únicamente aquellas que mostraban claramente la aleta caudal de los individuos. Una vez filtradas las fotografías, estas fueron recortadas y editadas utilizando el programa Ilustrador de Adobe para hacer más visible las manchas y cicatrices particulares de cada ballena. La figura 2 ejemplifica la edición de las fotografías previo a ser comparadas. Luego de procesar las 982 fotografías, descartando aquellas de aletas dorsales, repetidas y poco visibles; se obtuvieron 60 fotografías para los fines de esta investigación. Adicionalmente, fueron anexadas 40 fotografías obtenidas de la cuenta Whale Watching Panama en Happy Whale al catálogo del Archipiélago de las Perlas realizado durante este trabajo. Obteniendo un total de 100 fotografías para el Archipiélago de Las Perlas.

Una vez confeccionado el catálogo de las aletas caudales de ballenas jorobadas del Archipiélago de Las Perlas, las imágenes se ingresaron a la cuenta de Panacetacea en la aplicación en línea de ciencia ciudadana www.happywhale.com, la cual realizó de manera automática comparaciones de las fotografías de las caudales con fotografías ingresadas a la plataforma por Panacetacea y por otros usuarios a nivel mundial con el objetivo de encontrar recapturas entre el Archipiélago de Las Perlas y el Golfo de Chiriquí.



Figura 2. Edición de la fotografía de un individuo, la imagen de la izquierda muestra la fotografía sin haber sido editada y la imagen de la derecha la fotografía previa a la edición resaltando las marcas de la zona ventral de la aleta caudal.

4.3 Movimientos entre zonas de congregación y filopatría

Para determinar los movimientos y filopatría de las ballenas jorobadas que se congregan en las aguas del Pacífico panameño se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Confección del catálogo del Archipiélago de las Perlas, para ello se utilizaron fotografías oportunistas tomadas entre el 2009 y el 2019 por guías naturalistas durante los viajes de avistamiento de cetáceos y donadas a la Fundación Panacetacea Panamá. Se les llama oportunistas ya que estas fotografías no necesariamente cuentan con toda la información que normalmente se toma durante un avistamiento para investigación, por ejemplo, comportamiento, composición del grupo o incluso las coordenadas exactas del avistamiento;
- 2) Una vez terminado el catálogo de Las Perlas se comparó con el catálogo preexistente del Golfo de Chiriquí. El catálogo del Golfo de Chiriquí es parte del proyecto de investigación a largo plazo “Monitoreo de las Ballenas Jorobada del Golfo de Chiriquí” de la organización Panacetacea. Este catálogo cuenta con un total de 875 individuos fotografiados entre el 2003 hasta el 2019. Todas las recapturas encontradas entre ambos catálogos fueron ingresadas a

una base de datos que permite visualizar el historial de avistamiento y determinar los movimientos de las ballenas, así como estimar el índice de filopatría a las áreas reproductivas del Pacífico panameño. Para estimar el índice de filopatría o tasa de retorno se empleó la expresión matemática recomendada por Acevedo et al. (2006).

$$\textbf{Tasa de retorno} = (N_{\text{rec}} / N_{\text{tot}}) \times 100$$

Donde:

N_{rec} = Total de ballenas recapturada foto-identificadas.

N_{tot} = Total de ballenas foto-identificadas

5. RESULTADOS

5.1. Catálogo del Archipiélago de Las Perlas

Un total de 100 individuos fueron identificados individualmente a través de la aleta caudal entre el 2009 - 2019 en el Archipiélago de las Perlas, de los individuos documentados 60 fueron obtenidos a partir de los avistamientos oportunistas y 40 ballenas pertenecientes a los registros previos ingresados por la cuenta Whale Watching Panama en Happy Whale.

Debido a que la mayoría de las fotografías fueron tomadas de manera oportunista, el número de individuos fotografiados por año varía considerablemente (Figura 3). El mayor número de individuos fotografiados (42) se obtuvo en el 2013, seguido por el 2016 (21), 2014 (10), 2015 (8), 2012 (6), 2018 (5), 2011 y 2019 con tres individuos y por último 2009 y 2017 con un único individuo avistado en cada año. De las 100 ballenas foto-identificadas, tres fueron fotografiadas en más de una ocasión (Cuadro 1), con un individuo siendo avistado en dos ocasiones durante el mismo año (Figura 4).

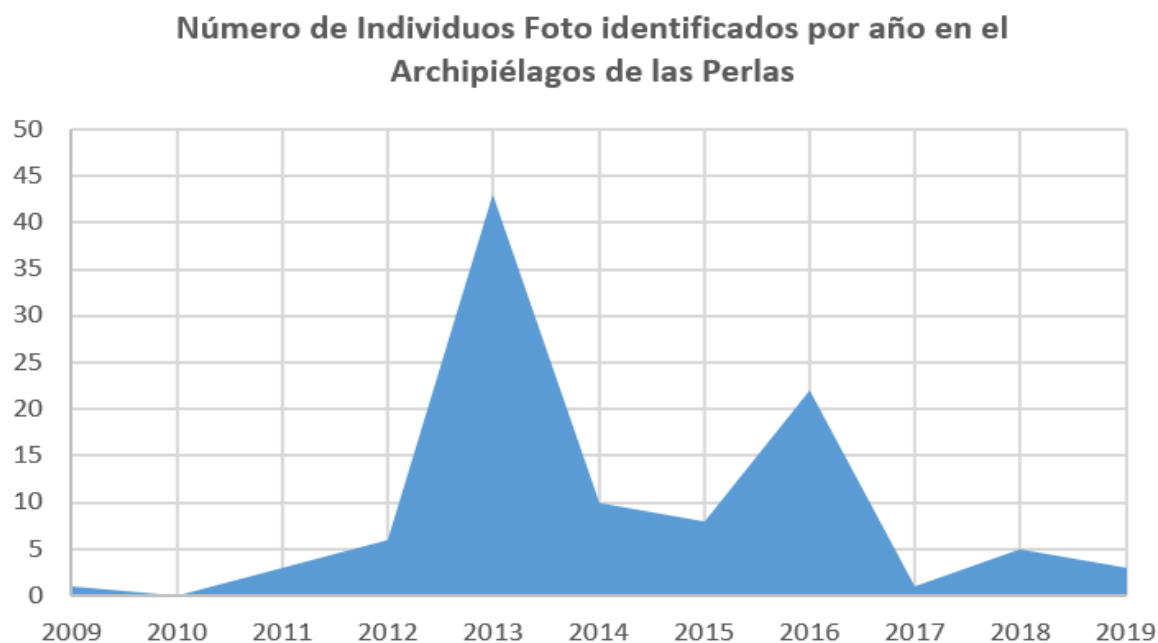


Figura 3. Ocurrencia de individuos de ballena jorobadas foto identificados en el Archipiélago de las Perlas durante la década del 2009 al 2019.

Cuadro 1. Registro de individuos foto-identificados en el Archipiélago de las Perlas avistados en más de una ocasión.

Individuo	Fecha de avistamiento
ALP_03Ago13_B	03-Ago-2013 07-Sept-2018
ALP_3Ago14_Avist1_2691	14-Jul-2013 03-Ago-2014
HW-MN1301443	16-Ago-2016 30-Ago-2016



Figura 4. Aletas caudales de individuos foto-identificados en más de una ocasión dentro del catálogo del Archipiélago de las Perlas.

A partir de los re avistamientos foto-identificados durante la década del 2009 – 2019 en el Archipiélago de las Perlas; resalta el individuo ALP_03Ago13_B. Individuo avistado en el año 2013 mostrando la aleta caudal integra y luego observado en el 2018 con la aleta mutilada. A través de la plataforma Happy Whale se obtuvo una observación del usuario Phillip Stone del año 2016 en la Antártida, mostrando la mutilación de la aleta (Figura 5).



Figura 5. Movimiento migratorio del individuo ALP_03Ago13_B, observada en el Archipiélago de las Perlas durante el invierno austral del año 2013 y 2018. Además, una observación registrada en Happy Whale por el usuario Philip Stone del mismo individuo en la Antártida el año 2016.

5.2. Movimiento entre zonas de congregación.

Al comparar el catálogo del Archipiélago de las Perlas con el catálogo del Golfo de Chiriquí se registraron 11 recapturas (Cuadro 2). Dentro de los individuos recapturados, la ballena PAN1262 fue avistada en los años 2012 y 2013. Asimismo, el individuo ALP_13Jul13_A fue avistado en los años 2013, 2014 y 2019 en el Golfo de Chiriquí. Adicionalmente, el mismo individuo fue observado durante los avistamientos anuales del año 2013 en el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí (Figura 6).

Cuadro 2. Historial de movimientos migratorios entre el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí.

ID	Archipiélago Las Perlas Fechas avistamiento	Golfo de Chiriquí Fechas avistamiento
ALP_17Ago14_Avist6_4556_A2	17-Ago-14	10-Sept-19
ALP_13Jul13_A	13-Jul-13	15-Ago-13 04-Ago-14 21-Ago-19
ALP_26Jul13_D	26-Jul-13	02-Ago-14
ALP_3Ago14_Avist1_2691	03-Ago-14	20-Ago-19
ALP_29Ago19_6226	29-Ago-19	17-Ago-18
ALP_6Jul14_Avist1_2297	06-Jul-14	06-Ago-18
PAN1175	01-Sept-15	08-Ago-11
PAN1262	11-Ago-11	09-Sept-12 28-Ago-13
PAN1312	12-Ago-12	15-Ago-13
HW_MN1300579	10-Oct-15	10-Sept-14
HW_MN1301439	23-Jul-16	08-Sept-17



26216 GCH



ALP_17Ago14_Avist6_4556_A2.



PAN1175 GCH



PAN1175 AP



PAN1262 GCH—2012



PAN1262 GCH—2013



PAN1262 AP



PAN1312 GCH



PAN1312 AP



HW_MN1300579 - GCH



HW_MN1300579 - AP



HW_MN1301439 GCH



HW_MN1301439 AP

Figura 6. Individuos de *M. novaengliae* avistados en el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí durante el 2009 y 2019. GCH: Golfo de Chiriquí; AP: Archipiélago de las Perlas.

5.3. *Filopatría*

Utilizando la expresión matemática propuesta Acevedo et al., (2006), se obtuvo una mayor fidelidad hacia el Archipiélago de las Perlas (2 %) en comparación del Archipiélago de las Perlas (1.26 %).

Archipiélago de las Perlas

Tasa de retorno= $(2/100) \times 100 = 0.02 \times 100 = 2\%$

Golfo de Chiriquí

Tasa de retorno= $(11/ 875) \times 100 = 0.0126 \times 100 = 1.26\%$

Pacífico Panameño

Tasa de retorno= $(13/975) \times 100 = 0.0133 \times 100 = 1.33\%$

DISCUSIÓN

Catalogo del Archipiélago de Las Perlas

Algunos autores han reconocido la importancia del Archipiélago de las Perlas como zona de reproducción y crianza de *M. novaengliae*. Por ejemplo, Guzman et al., (2014) estimaron la población por temporada de ballenas en esta zona entre 200 – 300 individuos. El catálogo para el Archipiélago de las Perlas confeccionado a partir de las fotografías oportunistas capturadas entre el año 2009 y 2019 arrojó un total de 100 ballenas foto – identificadas en un periodo de 10 años, es importante considerar que estos avistamientos corresponden a observaciones casuales durante tours o pasadías de avistamientos de ballenas por lo tanto mucha información referente a los avistamientos se desconoce. Aunque el número de individuos registrados durante una década no refleja una alta frecuencia de individuos, esto se debe al esfuerzo invertido y la procedencia oportunista de las fotografías.

Movimientos entre zonas de congregación

Panamá siendo un *hot spot* migratorio para las poblaciones polares de ballenas jorobadas alberga dos zonas de importancia en el de tránsito *M. novaengliae*; Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí, ambas zonas de importancia ecológica en la crianza y reproducción de *M. novaengliae*. Estas áreas establecen una interconectividad migratoria con individuos movilizándose entre ambos sitios. En este estudio se registraron 11 individuos recapturados con avistamientos interanuales e intra- anuales; con un movimiento migratorio de la ballena PAN – 1262 entre el Archipiélago de las Perlas (2011) y Golfo de Chiriquí (2012, 2013). Confirmando lo propuesto por estudios anteriores (Guzmán, 2014; Rasmussen 2007, 2011; Acevedo et al, 2007) que Panamá, cuenta con dos sitios de relevancia durante la época migratoria de las ballenas jorobadas, siendo estos el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí. Además, aunque no se muestra evidencian de comparaciones entre las ballenas avistadas en Panamá con los sitios de alimentación al sur, podemos corroborar lo mencionado por estudios previos (Flórez-González et al., 1998; Rasmussen et al., 2007) sobre la relevancia de Panamá como uno de los sitios de reproducción y crianza más hacia el norte para las ballenas que se alimentan en El Sur, debido a su presencia durante la temporada de julio a diciembre en el Archipiélago de las Perlas y Golfo de Chiriquí; periodo correspondiente a la migración austral.

Filopatría

La ballena jorobada migra entre las zonas de alimentación en los polos hacia zonas de reproducción en latitudes más bajas. Esta tendencia migratoria responde a la necesidad de cortejarse, reproducirse, dar a luz y proteger a las crías durante los primeros estadios de vida, estableciendo afinidad por zonas de reproducción y alimentación específicas. Se puede señalar que este comportamiento es similar al de algunos tiburones que muestran fidelidad a ciertos hábitats específicos para reproducirse y poner huevos (filopatría regional); o las tortugas marinas quienes regresan específicamente a sus sitios de nacimientos para poner sus huevos (filopatría natal) (Pardini et al., 2001; Feldehim et al., 2014). En el caso de las ballenas jorobadas se ha identificado que la filopatría natal dirige la migración en esto mysticetos, memorizando la ruta migratoria hacia la zona de alimentación durante su primer año de vida (Baker et al., 2013). Aunque la zona de alimentación y de reproducción son de suma relevancia en el desarrollo de los ballenatos; estudios previos han establecido una mayor fidelidad por los machos hacia las zonas de reproducción, en comparación de las hembras (Craig & Herman, 1997; Rojas et al., 2014).

Los resultados obtenidos durante este trabajo muestran una diferencia en las tasas de retorno entre las zonas estudiadas. Podemos mencionar que la aparente diferencia en tasa de retorno entre el Golfo de Chiriquí (1.26 %) y el Archipiélago de las Perlas (2 %) se debe a un mayor esfuerzo de muestreo en el Golfo de Chiriquí en comparación con el Archipiélago de las Perlas, resultando en un número evidentemente mayor de individuos avistados y registrados en el catálogo del Golfo de Chiriquí (875) en comparación al número de registros en el Archipiélago de las Perlas (100), por lo cual el estudio refleja una subestimación evidente. Adicionalmente, en este estudio no se ha evaluado el tiempo de estancia en las zonas por lo que los datos arrojados sobre la fidelidad al sitio pueden ser inconclusos o vagos. Sin embargo, no se desestima la importancia de ambas zonas en la migración de las ballenas jorobadas del Pacífico Suroriental. Estudios de filopatría realizados en las Costas de Esmeralda, Ecuador y el Parque Nacional Machalilla analizaron 57 muestras de piel colectadas durante un periodo de tres años 2010, 2011 y 2012 arrojando altos índices de retorno con el 31.84% de las ballenas reavistadas en más de una ocasión y el restante 68.16% avistadas en una ocasión, señalando que varios de los individuos avistados en esta zona de reproducción se encontraban en tránsito hacia Panamá y Costa Rica (Rojas et al, 2014). Individuos como PAN-1262 observados en ambas zonas de estudio reafirman la relevancia

y posible tendencia por las ballenas a retornar a las aguas del Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí.

CONCLUSIONES

El presente estudio presenta el catálogo de *Megaptera novaengliae* durante los inviernos australes entre el año 2009 y 2019 con un registro total de 100 individuos foto identificados. Adicionalmente, se confirma el movimiento migratorio e interconectividad entre el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí con el avistamiento de 11 individuos foto-identificados en ambos sitios durante la década de 2009 – 2019, reafirmando la relevancia de ambas zonas para las ballenas jorobadas que migran durante los inviernos australes hacia Panamá.

Además de evidenciar los movimientos migratorios, se establecen bajas tasas de retorno hacia ambos sitios; sin embargo, un índice de filopatría mayor hacia el Archipiélago de las Perlas, sin embargo, no se desestima la relevancia y afluencia reportada para el Golfo de Chiriquí.

RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer seguimientos anuales en el Archipiélago de las Perlas para mantener un catálogo actualizado de los avistamientos de ballenas jorobadas en la zona, lo que permitiría realizar comparaciones y estudios de interconectividad, ecología, dinámica poblacional y filopatría. Además de establecer giras anuales de avistamiento y registro de ballenas durante la temporada de migración hacia el Archipiélago de las Perlas, siendo una de las zonas de parto y crianza más al norte junto con Costa Rica para las ballenas del Pacífico Suroriental.
- ✓ Realizar estudios más profundos sobre la estacionalidad y fidelidad a los sitios de migración y poder esclarecer cómo y por cuánto tiempo utilizan las ballenas Panamá, permitiendo establecer medidas de manejo y vigilancia durante los periodos de mayor tránsito de estos cetáceos. A la vez, establecer medidas de protección para salvaguardar a estos mamíferos acuáticos.
- ✓ Proponer el estudio de la interconectividad entre el Archipiélago de las Perlas y el Golfo de Chiriquí para las poblaciones de *M. novaengliae* del hemisferio norte y sur.
- ✓ Incentivar la ciencia ciudadana enfocada en mamíferos marinos lo que permitiría mayor recolección de data oportunista que nos permite obtener información de forma pasiva.
- ✓ Promover la utilización de la plataforma Happy Whale entre la comunidad (operadores de tour, turistas, personal Aeronaval, comunidad en general, entre otros) durante las temporadas de migración de ballenas y establecer un registro de los individuos observados ocasional, accidental o intencionalmente por actividades turísticas durante este periodo.

Literatura Citada

- Acevedo – Gutiérrez, A., Smultea, A.M. (1995). First records of humpback whales including calves at Golfo Dulce and Isla del Coco, Costa Rica, suggesting geographical overlap of northern and southern hemisphere populations. *Marine Mammal Science*. 11(4): 554-560.
- Acevedo, J., Aguayo-Lobo, A. & Pastene, L.A. (2006). Filopatría de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), al área de alimentación del Estrecho de Magallanes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41(1):11-19.
- Acevedo, J., Rasmussen, K., Félix, F., Castro, C., Llano, M., Secchi, E., Saborío, M., Aguayo-Lobo, A., & Haase, B. (2007). Migratory destinations of humpback whales feeding from the Magellan Strait feeding ground, Southeast Pacific. *Marine Mammal Science*. 23(2):453-463.
- Acevedo, J., Aguayo-Lobo, A., Allen, J., Botero-Acosta, N., Capella, J., Castro, C., Dalla Rosa, L., Denkinger, J., Félix, F., Flórez-González, L., Garita, F., Guzmán, H.M., Haase, B., Kaufman, G., Llano, M., Olavarria C., Pacheco, A., Plana, J., Rasmussen, K., Scheidat, M., Secchi, E., Silva, S., & Stevick, P.T. (2017). Migratory preferences of humpback whales between feeding and breeding grounds in the eastern South Pacific. *Marine Mammal Science*. 33(4): 1035-1052.
- Aguilar, A., Forcada, J., Gazo, M., & Badosa, E. (1997). Los cetáceos del Parque Nacional de Coiba (Panamá). Inventario preliminar. AECI.
- Baker, C.S., Steel, D., Calambokidis, J., Falcone, E., González-Peral, U., Barlow, J., Burdin, A.L., Clapham, P.J., Ford, J.K.B., Gabriele, C.M., Mattila, D., Rojas-Bracho, L., Straley, J.M., Taylor, B.L., Urbán, J., Wade, P.R., Weller, D., Witteveen, B.H. &

Yamaguchi, M. (2013). Strong maternal fidelity and natal philopatry shape genetic structure in North Pacific humpback whales. *Marine ecology progress series*. 494: 291-306. doi: 10.3354/meps10508

- Best, P. (2008). Nineteenth – century evidence for the Golfo de Panama as a migratory destination for southern humpback whales, including the first mention of singing. *Marine Mammal Science*. 24(3): 737-742.
- Calambokidis, J., Steiger, G.H., Rasmussen, K., Urbán, R.J., Balcomb, C.K., Guevara, P., Salinas, M., Jacobsen, J., Baker, S., German, L.M., Cerchio, S., & Darling, J. (2000). Migratory destination of humpback whales that feed off California, Oregon and Washington. *Marine Ecology Progress Series*. 192:295-304.
- Craig, A.S. & Herman, L.M. (1997). Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1923-1933.
- Committee on Taxonomy. 2021. List of marine mammal species and subspecies. Society for Marine Mammalogy, www.marinemammalscience.org, consultado (14 octubre 2021).
- Frantzis, A., Nikolaou, O., Bompar, J-M., & Cammedda, A. (2004). Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) occurrence in the Mediterranean Sea. *J. Cetacean Res. Manage*. 6(1):25-28.
- Feldheim, K. A., Gruber, S. H., DiBattista, J. D., Babcock, E. A., Kessel, S. T., Hendry, A. P., Pikitch, E. K., Ashley, M. V., & Chapman, D.D. (2014). Two decades of genetic profiling yields first evidence of natal philopatry and long-term fidelity to

parturition sites in sharks. *Molecular Ecology*, 23(1), 110–117.
<https://doi.org/10.1111/mec.12583>

- Flórez-González, L., Capella, A.J., Haase, B., Bravo, G.A., Félix, F., & Gerrodette, T. (1998). Changes in winter destinations and the northernmost record of Southeastern Pacific humpback whales. *Marine Mammal Science*, 14(1), 189-196.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1998.tb00707.x>
- Guzmán, H.M., Condit, R., Pérez-Ortega, B., Capella, J.J., & Stevick, P.T. (2014). Population size and migratory connectivity of humpback whales wintering in Las Perlas Archipelago, Panama. *Marine Mammal Science*. 31(1): 90-105.
- IWC (International Whaling Commission) 1998. Report of the Scientific Committee, Annex G. Report of the sub-committee on the comprehensive assessment of southern hemisphere humpback whales. Report of the International Whaling Commission 48: 170-182.
- IWC (International Whaling Commission) 2007. Report of the Scientific Committee, Annex H. Report of the sub-committee on Other Southern Hemisphere Whale Stocks. Report of the International Whaling Commission 16: 196-221.
- Katona, S., Baxter, B., Brazier, O., Kraus, S., Perkins, J., & Whitehed, H. (1979). Identification of humpback whales by fluke photographs. *Plenum Press, New York, NY*. Volume 4.
- Pardini, A. T., Jones, C. S., Noble, L. R., Kreiser, B., Malcolm, H., Bruce, B. D., Stevens, J. D., Cliff, G., Scholl, M. C., Francis, M.P., Duffy, C. A., & Martin, A. P. (2001). Sex-biased dispersal of great white sharks. *Nature*, 412(6843): 139–140.
<https://doi.org/10.1038/35084125>

- Rasmussen, K., Palacios, D.M., Calambokidis, J., Saborío, M.T., Dalla Rosa, L., Secchi, E., Steiger, G.H., Allen, M.J. & Stone, G.S. (2007). Southern hemisphere humpback whales wintering off Central America: insights from water temperature into the longest mammalian migration. *The Royal Society*. 3, 302-305.
- Rasmussen, K., Calambokidis, J. & Steiger G. (2011). Distribution and migratory destinations of humpback whales off the Pacific coast of Central America during the boreal winters of 1996 – 2003. *Marine Mammal Science*. 28(3).
- Rice, D. (1998) Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution. (4thed) *The Society for Marine Mammalogy* (pp. 51-67).
- Rojas, K., Denkinger, J., Arahana, V., Dalgo, V. & Torres, M.L. (2014). Análisis de la fidelidad de sitio entre machos y hembras de ballenas jorobadas que visitan las costas de Esmeraldas (Ecuador). *Avances en ciencias e ingenierías*. 6 (1): 28 – 35.
- Russo, D., Sgammato, R., & Bosso, L. (2016). First sighting of the humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Tyrrhenian Sea and a mini-review of Mediterranean records. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. 27(2): 219-221.
- Townsend, C.H. (1935). The distribution of certain whales as shown by logbook records of American whaleships. *Zoologica*, NY 19(1):1-50.

Anexos

Anexo A

Cuadro 3. Número de ballenas foto identificados por año en el Archipiélago de las Perlas entre la década del 2009 al 2019.

Número de individuos fotografiados en el Archipiélago de las Perlas												
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
# individuos	1	0	3	6	42	10	8	21	1	5	3	100

Anexo B

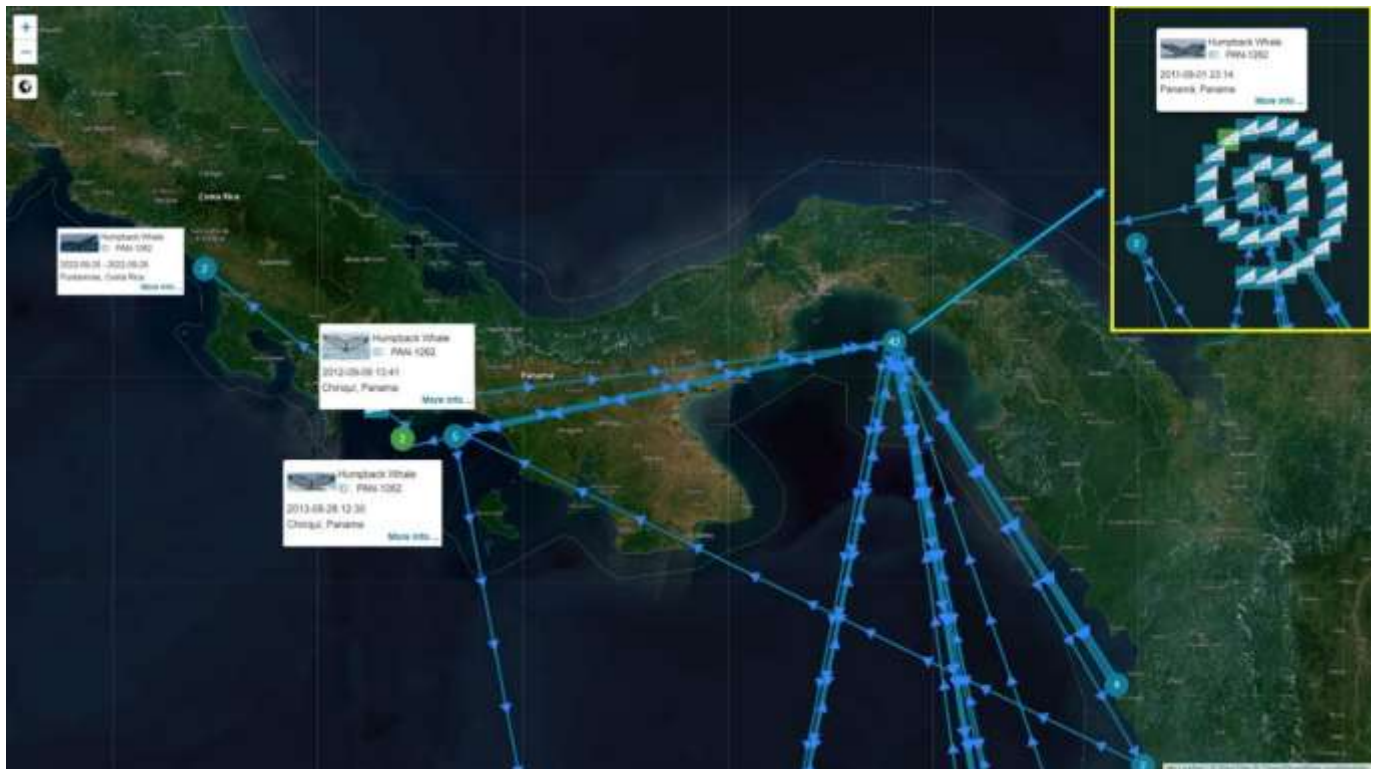


Figura 7. Movimiento del individuo PAN-1262 entre el Archipiélago de Las Perlas y el Golfo de Chiriquí entre los años 2011, 2012 y 2013; mostrando un registro del 2022 en Puntarenas, Costa Rica. Mapa cortesía de Happywhale.com