



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR**

**ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR Y DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**

## **TESIS**

### **DINÁMICA DE GRUPOS DE LOS TURSIONES (*Tursiops truncatus*) EN LA ENSENADA DE LA PAZ 2016-2021**

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS CON  
ORIENTACIÓN EN ECOLOGÍA MARINA**

**PRESENTA:**

**CITLALI CUEVAS FLORES**

**DIRECCIÓN:**

**DR. ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA**

LA PAZ, B.C.S., FEBRERO DE 2023





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR  
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR Y DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS

## **TESIS**

### **DINÁMICA DE GRUPOS DE LOS TURSIONES (*Tursiops truncatus*) EN LA ENSENADA DE LA PAZ 2016-2021**

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS CON  
ORIENTACIÓN EN ECOLOGÍA MARINA

PRESENTA:

**CITLALI CUEVAS FLORES**

DIRECCIÓN:

**DR. ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA**

LA PAZ, B.C.S., FEBRERO DE 2023





**FORMATO DP-EGD-001 DICTAMEN DE TESIS**

PROYECTO TERMINAL Fecha: 27 / 01 / 2023

**DRA. GEORGINA BRABATA DOMÍNGUEZ**  
**JEFE/A DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE**  
**Ciencias Marinas y Costeras**

Correo electrónico (cimaco@uabcs.mx )

Por este conducto, quienes integramos el Comité Académico Asesor del/la alumno/a:

**Citlali Cuevas Flores**

quien presentó una tesis/proyecto terminal titulado:

**DINÁMICA DE GRUPOS DE LOS TURSIONES (*Tursiops truncatus*) EN LA ENSENADA  
DE LA PAZ 2016-2021**

otorgamos nuestro voto aprobatorio y consideramos que dicho trabajo está listo para ser presentado y defendido en examen de grado (**modalidad a distancia**) del Programa de Maestría: **Ciencias Marinas y Costeras**

**COMITÉ ACADÉMICO ASESOR**

Nombre	Firma	
<u>Dr. E. Alejandro Gómez Gallardo Unzueta</u>		Director de Tesis
<u>Dra. Lorena Viloria Gómora</u>		Asesor(a)
<u>Dr. Eduardo Morteo Ortiz</u>		Asesor(a)

C.c.p. Programa de Posgrado.  
C.c.p. Comité Académico Asesor.  
C.c.p. Alumna/o.  
C.c.p. Expediente.



## CARTA DE AUTENTICIDAD

La Paz, B.C.S, a 05 febrero de 2023

**A QUIEN CORRESPONDA**

**P R E S E N T E**

Por medio de la presente, garantizo a la Universidad Autónoma de Baja California Sur que el 100% de los trabajos que realicé respecto de la tesis/proyecto terminal cuyo título es DINÁMICA DE GRUPOS DE LOS TURSIONES (*Tursiops truncatus*) EN LA ENSENADA DE LA PAZ 2016-2021 del programa de posgrado Maestría en Ciencias Marinas y Costeras es original y de mi autoría, y consecuentemente en el supuesto de que la obra antes aludida, contenga en su edición grabados, dibujos, fotografías y/u otro tipo de obras **declaro** que:

“Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo anterior, declaro que todos los materiales que se presentan están totalmente libres de derecho de autor y, por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma de Baja California Sur”.

**A T E N T A M E N T E**

*Citlali Cuevas Flores* 

**NOMBRE Y FIRMA DEL/LA ALUMNO/A**

## **DEDICATORIA**

*A la ciencia, por ella y para ella se hizo esta tesis, para que se siga generando conocimiento y lo compartamos a través de las generaciones.*

*A los delfines que hicieron posible esta investigación, probablemente ajenos a las circunstancias, más no a nuestras acciones.*

*Y*

*Al mar, por ser el hogar de lo fascinante y misterioso.*

*Preservémoslo*

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a todas las instituciones y programas que hicieron posible la realización de este proyecto; Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Programa de Investigación de Mamíferos Marinos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (PRIMMA), Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Universidad Veracruzana (LabMMar, IIB-ICIMAP), Programa de Posgrado de Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO), y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

A mi familia; mi mamá Sofía Flores y mi papá Miguel Cuevas, gracias por su apoyo incondicional a través de todo este proceso. Gracias por sus enseñanzas, consejos y paciencia. Por transmitirme la curiosidad y el gusto por el aprendizaje. A mi hermana Miguelina Cuevas, por todo su cariño y apoyo. Los amo.

Al Dr. Alejandro Gómez Gallardo, por recibirme y apoyarme para la realización de esta investigación en el PRIMMA. Gracias por todos los consejos y por aclarar mis dudas pacientemente. Sobre todo, por brindarme un espacio seguro donde compartir mis ideas y llevarlas a cabo. Estoy segura de que ahora te gustan más lo delfines que las ballenas.

A la Dra. Lorena Vilorio del PRIMMA, por recibirme en su proyecto, enseñanzas, por apoyarme en ideas y navegaciones, por la paciencia y por compartir conmigo la alegría de nuevos hallazgos.

Al Dr. Eduardo Morteo del LabMMar, por su guía sobre los diferentes temas del proyecto, por recibirme en su laboratorio y su paciente aclaración en todas mis dudas. Así mismo, gracias a todos los miembros de su laboratorio por su apoyo, principalmente a Jojo y a la Dra. Isabel.

Al Dr. Sergio Martínez del PRIMMA, por su guía en campo y en sus observaciones, ver a los delfines no hubiese sido lo mismo sin ti.

Al Dr. Jorge Urbán del PRIMMA, por transmitir ese amor por los cetáceos en las clases de maestría, son esos momentos los que definen caminos.

A los miembros del PRIMMA, sobre todo a los que me apoyaron en dudas, navegaciones, fotografías y foto-identificación, muchas gracias Mario Márquez, Minerva Valerio, Simone Antichi, Fabián Rodríguez, Rodrigo Huerta y Britany. Así mismo, gracias por el apoyo y las

palabras de aliento de los demás Omar Ramírez, Pamela Lausalot, Job Olguín, Omar Castañeda, Flor Ronzón y Charly Charls.

Gracias a todos esos amigos que estuvieron presentes en las diferentes etapas de la elaboración de este proyecto. Al inicio, en 2019 todo eran ideas compartidas, gracias a mis grandes amigos Brayán Márquez, Eduardo Aguayo y Mijail Pedraza por estar presentes siempre.

Gracias a mis amigos Oscar Peña, Nicté Ciau y Leonardo, por compartirme su tiempo y amor, fue clave para este proyecto.

Gracias a los amigos que no esperaba encontrar y se volvieron parte de mi vida; Andrés González, Rogelio Aquino, Hugo Sánchez, Alejandra Robles, Dorjee, Pamela Gómez, Rodrigo Osuna, Mariana Vásquez, Imanol Fuentes, Vivi Rodríguez, Andrea Chaparro, Valeria Bates, Majo Sánchez, Víctor Arano, Luis Felipe y Enrique Solís.

Por los días que parecía un zombi de tanto leer y escribir, cuando solo necesitaba compañía y cariños, gracias a mis amigas Elena Mendoza, Dominga Hernández y Mafer Vásquez.

Gracias a todos aquellos que estuvieron en cierto momento, escuchando mis ideas y fun facts de delfines, compartir pláticas desde tan diferentes puntos de vista, te abre la puerta a nuevas perspectivas.

## RESUMEN

La Ensenada de La Paz forma parte del hábitat de tursiones (*Tursiops truncatus*), especie gregaria que forma grupos determinados por factores socio-demográficos. Los tursiones son el componente principal en la riqueza de odontocetos en la zona, por lo que es importante actualizar el conocimiento acerca de la especie y, con ello, generar herramientas útiles para su manejo y la conservación de su hábitat. El objetivo de este estudio fue determinar la dinámica grupal de los tursiones en la Ensenada de La Paz, durante el periodo 2016-2021. Los datos se obtuvieron de registros fotográficos (2016-2018) realizados durante las navegaciones mensuales en el periodo 2019-2021. En los muestreos se registró el número de individuos, etapas de desarrollo y el comportamiento de los delfines. Para la identificación de los individuos, se utilizó la técnica de foto-identificación usando las marcas únicas en su aleta dorsal, se seleccionaron, calificaron y clasificaron las mejores fotografías por el tipo de marca que presentó cada individuo. Se estimó el tamaño de los grupos a través de un cálculo visual mediante la regla de la cadena y se determinó el tipo de formación de los grupos (compacta y dispersa). La composición grupal etaria se realizó a través del tamaño de los individuos como proxy de las etapas de desarrollo (adultos, jóvenes, crías y recién nacidos). Una vez foto-identificados los delfines, se realizó el análisis de estructura social mediante el índice de fuerza de asociación (HWI por sus siglas en inglés) entre pares de individuos. Los tursiones conformaron dos tipos de grupos conforme a la distribución espacial: compactos (mediana = 14 delfines) y dispersos (mediana = 25 delfines). Así mismo se registraron grupos de sólo adultos (mediana = 5 delfines) y grupos mixtos (mediana = 20 delfines) con adultos, jóvenes, crías y/o recién nacidos. En cuanto al comportamiento, los tursiones utilizaron el área para navegar, alimentarse y socializar. El número de tursiones foto-identificados fue de 147 delfines distintos, de los cuales el 66% presentó al menos una recaptura. Los tursiones conformaron una sociedad diferenciada ( $0.38 \pm 0.11 DE$ ), sus asociaciones fueron ocasionales ( $CDA=0.23 \pm 0.07 DE$ ). El análisis de conglomerados mostró que la sociedad de los delfines se compone por cuatro grupos, con individuos asociados de manera regular a moderada ( $CDA=0.41- 0.61$ ) y cinco parejas de individuos con asociaciones fuertes ( $CDA > 0.81$ ). Este trabajo redujo la brecha de información sobre los tursiones de la zona y exhibió la dinámica de sus grupos; estructura social, composición etaria y las asociaciones entre los delfines.

## SUMMARY

Ensenada de La Paz is part of the habitat of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), a gregarious species that forms groups determined by socio-demographic factors. The bottlenose dolphins are the main component in the richness of toothed whales in the area, so it is important to update knowledge about the species and, with it, generate useful tools for its management and the conservation of its habitat.

This study aimed to identify the group dynamics of the bottlenose dolphins in the Ensenada de La Paz, during 2016-2021 period. The data was obtained from photographic records (2016-2018) and during the monthly navigations in 2019-2021 period. The number of individuals, development stages and the dolphin's behavior were recorded. Photo-identification was used to identify the individuals, using the unique marks on their dorsal fin. The best photographs were selected, qualified and classified by the type of mark. The size of the groups was estimated through a visual calculation using the chain rule and the formation group type (compact and dispersed). The age group composition was made through the individual's size as a proxy for the development stages (adults, juveniles, calves and newborns). The social structure analyses were made using the half weight index (HWI) between pairs of individuals. The bottlenose dolphins formed two types of groups according to the spatial distribution: compact (median = 14 dolphins) and dispersed (median = 25 dolphins). Likewise, groups of only adults (median = 5 dolphins) and mixed groups (median = 20 dolphins) with adults, juveniles, calves and/or newborns were recorded. Behaviorally, bottlenose dolphins used the area to navigate, feed, and socialize. The number of photo-identified dolphins was 147 different dolphins, of which 66% presented at least one recapture. The dolphins formed a differentiated society ( $0.38 \pm 0.11$  SD) and their associations were occasional ( $CDA=0.23 \pm 0.07$  SD). The cluster analysis showed that the dolphin society is composed of four groups, with individuals associated in a regular to moderate manner ( $CDA=0.41-0.61$ ) and five pairs of individuals showed strong associations ( $CDA > 0.81$ ). This study, shortened the information gap of bottlenose dolphins in the area by evaluating their group dynamics; social structure, composition age, and the association between dolphins.



# ÍNDICE GENERAL

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
	<i>Distribución espacial de la especie</i> .....	3
	<i>Formación de grupos</i> .....	3
	<i>Grupos estudiados</i> .....	4
<b>3.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	7
<b>4.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
	<b>4.1. Objetivo general</b> .....	9
	<b>4.2. Objetivos particulares</b> .....	9
<b>5.</b>	<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	10
<b>6.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	12
	<b>6.1. Trabajo en campo</b> .....	12
	<b>6.1.1. Navegaciones</b> .....	12
	<b>6.1.2. Tamaño de grupos</b> .....	13
	<b>6.1.3. Composición de edad</b> .....	15
	<i>Madres con cría</i> .....	16
	<b>6.1.4. Comportamiento</b> .....	16
	<b>6.2. Procesamientos de datos</b> .....	16
	<b>6.2.1. Análisis del tamaño de los grupos</b> .....	16
	<b>6.2.2. Análisis de composición de edad</b> .....	17
	<b>6.2.3. Análisis de comportamiento</b> .....	18
	<b>6.2.4. Análisis de la foto-identificación</b> .....	18
	<b>6.2.5. Análisis de la estructura social</b> .....	21
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	26
	<b>7.1. Navegaciones</b> .....	26
	<b>7.2. Tamaño de grupos</b> .....	28
	<b>7.3. Composición de edad</b> .....	33
	<b>7.5. Comportamiento</b> .....	40
	<b>7.6. Foto-identificación</b> .....	44
	<b>7.7. Estructura social</b> .....	49
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	63

<b>8.1.</b>	<b>Navegaciones</b> .....	63
<b>8.3.</b>	<b>Composición de grupo</b> .....	67
<b>8.4.</b>	<b>Comportamiento</b> .....	69
<b>8.5.</b>	<b>Foto-identificación</b> .....	71
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	77
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio; Ensenada de La Paz, B.C.S. (Sombreado de líneas horizontales = área de estudio).....	11
Figura 2. Esquema de la distribución espacial de los grupos de tursiones conforme a la regla de la cadena (basada en Smolker et al.1992 y el Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, com. pers. 2019).....	14
Figura 3. Esquema de las marcas únicas de la aleta dorsal (muestras, rasguños y pigmentación). .....	18
Figura 4. Ejemplos de clasificación de las fotografías de las aletas dorsales de tursiones en La Ensenada de La Paz (Basada en García-Vital, 2009).....	19
Figura 5. Ejemplos de clasificación de las características particulares de las aletas dorsales de tursiones en La Ensenada de La Paz (Basada en García-Vital 2009 y Hupman 2018). .....	20
Figura 6. Clasificación de marcas de la aleta dorsal en tursiones (SDRP 2006, García-Vital 2009).....	20
Figura 7. Distribución de los grupos avistados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos; puntos azules = grupos).....	27
Figura 8. Tamaño de los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo).....	28
Figura 9. Histograma de frecuencias del tamaño de grupos de los tursiones, observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos). .....	29
Figura 10. Tipo de formación de los grupos avistados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos; formación compacta = 28, formación dispersa = 26, formación no identificada = 18). ...	30
Figura 11. Tamaño de los grupos por tipo de formación para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Compacta</sub> = 28 grupos, n <sub>Dispersa</sub> = 26 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).....	30
Figura 12. Tamaño de los grupos inter-anual los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>2016</sub> = 7 grupos, n <sub>2017</sub> = 1 grupos, n <sub>2018</sub> = 2 grupos, n <sub>2019</sub> = 37 grupos, n <sub>2020</sub> = 6 grupos, n <sub>2021</sub> = 19 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos). .....	32
Figura 13. Tamaño de los grupos intra-anual para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Enero</sub> = 1 grupo, n <sub>Abril</sub> = 3 grupos, n <sub>Mayo</sub> = 10 grupos, n <sub>Junio</sub> = 17 grupos, n <sub>Julio</sub> = 11 grupos, n <sub>Agosto</sub> = 14 grupos, n <sub>Septiembre</sub> = 8 grupos, n <sub>Octubre</sub> = 4 grupos, n <sub>Noviembre</sub> = 3 grupos, n <sub>Diciembre</sub> = 1 grupo; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos). .....	32
Figura 14. Tamaño de los grupos por composición para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Adultos</sub> = 19 grupos, n <sub>Mixtos</sub> = 53 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).....	34
Figura 15. Proporción de las etapas de desarrollo en los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., durante el periodo 2016-2021 (n = 53 grupos mixtos). .....	35

Figura 16. Número de delfines no adultos observados por año en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 106 delfines; n <sub>Jóvenes</sub> = 35, n <sub>Crías</sub> = 65, n <sub>Recién nacidos</sub> = 6).....	36
Figura 17. Delfines no adultos observados por grupo en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021. (n <sub>Jóvenes</sub> = 30 grupos, n <sub>Crías</sub> = 44 grupos, n <sub>Recién nacidos</sub> = 5 grupos; la caja muestra la variación entre Q2 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos). .....	37
Figura 18. Número de avistamientos de delfines en etapa no adulta; avistamientos por años ( <b>A</b> ), avistamientos por temporada ( <b>B</b> ) y avistamientos por mes ( <b>C</b> ) dentro de los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( <b>A</b> : n <sub>2016</sub> = 2 avistamientos, n <sub>2017</sub> = 2 avistamientos, n <sub>2019</sub> = 40 avistamientos, n <sub>2020</sub> = 7 avistamientos, n <sub>2021</sub> = 42 avistamientos; <b>B</b> : n <sub>Cálida</sub> = 67 avistamientos, n <sub>Fría</sub> = 12 avistamientos; <b>C</b> : n <sub>Abril</sub> = 3 avistamientos, n <sub>Mayo</sub> = 8 avistamientos, n <sub>Junio</sub> = 21 avistamientos, n <sub>Julio</sub> = 12 avistamientos, n <sub>Agosto</sub> = 18 avistamientos, n <sub>Septiembre</sub> = 13 avistamientos, n <sub>Octubre</sub> = 2, n <sub>Noviembre</sub> = 1 avistamiento, n <sub>Diciembre</sub> = 1 avistamiento).....	38
Figura 19. Tamaño de los grupos con respecto al número de madres con cría para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>00</sub> = 28 grupos, n <sub>01</sub> = 27 grupos, n <sub>02</sub> = 20 grupos, n <sub>03</sub> = 4 grupos, n <sub>04</sub> = 3 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos). .....	39
Figura 20. Tamaño de los grupos por comportamiento para los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Alimentación</sub> = 24 grupos, n <sub>Nado sin rumbo</sub> = 23 grupos, n <sub>Navegación</sub> = 39 grupos, n <sub>Socialización</sub> = 2 grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo). .....	40
Figura 21. Proporción de los comportamientos observados en los grupos de tursiones registrados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos). .....	41
Figura 22. Proporción de los comportamientos registrados en las agrupaciones compactas y dispersas de tursiones en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Formación compacta</sub> = 28 grupos; n <sub>Formación dispersa</sub> = 26 grupos). .....	42
Figura 23. Proporción de los comportamientos observados en los grupos de adultos y los grupos mixtos de tursiones en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Adultos</sub> = 19 grupos; n <sub>Mixtos</sub> = 53 grupos). .	43
Figura 24. Número de capturas y el número de individuos-foto-identificados por años en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Individuos</sub> = 147). .....	44
Figura 25. Curva de descubrimiento de los tursiones foto-identificados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 147 tursiones).....	45
Figura 26. Número de delfines foto-identificados con recapturas anuales en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Individuos</sub> = 97). .....	46
Figura 27. Número de delfines foto-identificados con recapturas anuales consecutivas en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n <sub>Individuos</sub> = 36). .....	46
Figura 28. Individuos-foto-identificados con dos o más recapturas consecutivas en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 16 delfines).....	47
Figura 29. Individuos foto-identificados por periodo de tiempo (2016-2021 y 2019-2021) y número de avistamientos en La Ensenada de La Paz, B.C.S. ....	49
Figura 30. Histograma de los coeficientes de asociación no nula entre pares de delfines foto-identificados al menos cinco veces durante el periodo 2019-2021 (n = 79 delfines).....	50

Figura 31. Sociograma con arreglo de escala multidimensional de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. 2019-2021. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. ....	51
Figura 32. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2019. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan los dos subgrupos principales con un índice de CDA moderado a fuerte (n = 46). ....	52
Figura 33. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2020. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan los dos subgrupos principales con un índice de CDA fuerte (n = 16). ....	53
Figura 34. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2021. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan al subgrupo principal con un índice de CDA moderado a fuerte (n = 26). ....	54
Figura 35. Dendograma 1. Análisis de conglomerados de vinculación promedio con el coeficiente de asociación (CDA) de los delfines recapturados $\geq 5$ , cada color representa un grupo de delfines con CDA > 0.2; A = Azul, B = Rojo, C = Morado, D = Verde. ....	57
Figura 36. Dendograma 2. Análisis de conglomerados de vinculación promedio con el coeficiente de asociación (CDA) y corrección por gregariedad de los delfines recapturados $\geq 5$ , cada color representa un grupo de delfines. A = Azul, B = Rojo, C = Verde, D = Morado. ....	60
Figura 37. Tasa de asociación retrasada (TAR) y tasa de asociación nula (TAN) calculadas con el coeficiente de asociación (CDA) y corrección por gregariedad de los delfines recapturados $\geq 5$ . TAR = Línea roja; TAN = Línea azul. ....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Tipos de estimación del número de delfines durante el avistamiento. ....	15
Tabla II. Categorías de las etapas de desarrollo de los tursiones ( <i>T. truncatus</i> ) (Merriman et al. 2009). Definiciones derivadas de Mann y Smuts (1998) y Mann et al. (2000). ....	15
Tabla III. Clasificación de las conductas de los tursiones ( <i>T. truncatus</i> ) con base en lo propuesto por Bearzi (1994) y Baker et al. (2017). ....	16
Tabla IV. Categorías de los coeficientes de asociación por Quintana Rizzo y Wells (2001) ....	22
Tabla V. Recorridos y avistamientos de tursiones durante el periodo de estudio (2016-2021) ....	26
Tabla VI. Eficiencia de foto-identificación de los tursiones ....	48
Tabla VII. Eficiencia de individualización de los tursiones. ....	48
Tabla VIII. Asociaciones fuertes (CDA > 0.8) entre pares de individuos observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021. ....	55
Tabla IX. Subgrupos de delfines de acuerdo con el dendograma 1 con la escala de asociación basada en el HWI observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021. ....	58
Tabla X. Subgrupos de delfines de acuerdo con el dendograma 2 con la escala de asociación basada en el HWI y con corrección por gregariedad, observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021. ....	61



# 1. INTRODUCCIÓN

La formación de grupos de animales es un tema central en ecología (Smith 1995), considera aspectos como la evolución del comportamiento social (Alexander 1974), la relación costo-beneficio (Krause 2002), el tamaño de grupo (Markham *et al.* 2015) y la estructura social (Clutton-Brock 2009).

Los grupos se forman cuando los beneficios para sus integrantes (e.g. disminuir la depredación, mejorar la alimentación, aumentar posibilidades reproductivas, etc.) son mayores a los costos (e.g. competencia por recursos, endogamia, transmisión de enfermedades, etc.) (Majolo y Huang 2018, Syme *et al.* 2021). Mientras que el tamaño del grupo influye en los comportamientos colectivos y cooperativos de los integrantes, y la forma en que utilizan un espacio determinado (Markham *et al.* 2015).

Los estudios sobre la formación de grupos y su estructura social se han realizado principalmente en especies sociales como hienas (Frank 1986), chimpancés (Goodall 1986), murciélagos (Kerth *et al.* 2011), delfines (Wells 2003), etc. Los grupos de estas especies se componen por individuos que, al asociarse recurrentemente crean interacciones entre ellos, tales como la comunicación y comportamientos coordinados (Connor *et al.* 2001, Lusseau *et al.* 2006, Quintana-Rizo 2006, Morteo y Hernández 2007, Morteo *et al.* 2012, García-Vital *et al.* 2015).

Al conjunto de interacciones que ocurren entre los individuos del mismo grupo y respecto a otros a lo largo del tiempo, se le conoce como dinámica de grupos (Cartwright y Zander 1968). Cuando las interacciones se repiten y combinan con las de otros grupos, se pueden producir patrones en toda la población (Coulson *et al.* 2001, Ozgul *et al.* 2009, Bateman *et al.* 2011).

En vertebrados, los parámetros demográficos (e.g. tamaño grupal, abundancia, estructura social, proporción de sexos, estructura de edades, tasas de crecimiento, natalidad y mortalidad, patrón espacial, migración, diversidad genética, etc.) (Mandujano 2011, Timpane Padgham *et al.* 2017) son resultado de eventos que afectan a los individuos (Hassell 1975) y específicamente para especies sociales, estos eventos están entrelazados con procesos que afectan a nivel de grupo (Bateman *et al.* 2018). Por ello, para comprender la dinámica de una población, se debe comprender la dinámica de los grupos que la conforman y los parámetros demográficos que contribuyen a esas dinámicas (Coulson *et al.* 2001, Ozgul *et al.* 2009, Rushing *et al.* 2015).

El tursión (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) es un cetáceo perteneciente a la superfamilia Odontoceti y familia Delphinidae (Perrin *et al.* 2023). Es una especie ampliamente estudiada debido a su comportamiento y distribución (Ross 1977). Los ejemplares de esta especie son sociables y gregarios, forman grupos de entre dos y 15 individuos (Scott y Chivers 1990). Estos grupos suelen ser dinámicos ya que presentan agrupaciones de tipo fusión-fisión, es decir que los individuos se asocian o se separan por factores demográficos (e.g. sexo, edad, condición reproductiva, relaciones familiares e historias de afiliación) (Connor *et al.* 2000, Wells 2014). Los grupos sociales básicos incluyen crías, grupos mixtos de jóvenes y adultos (Wells *et al.* 1987, Owen *et al.* 2002, Rogers *et al.* 2004).

Los patrones de estructura social de los tursiones varían entre poblaciones y zonas (Genov *et al.* 2019), aunque la estructura social y la formación de grupos esté determinada por factores demográficos como la edad y el sexo (Connor *et al.* 2000), en algunos casos los machos forman alianzas en parejas, las hembras forman grupos de crianza y los jóvenes forman agrupaciones pequeñas como es el caso de la comunidad de tursiones en Sarasota, Florida (Wells *et al.* 1987). En Shark Bay, por ejemplo, los machos forman alianzas jerárquicas (Connor *et al.* 1999, 2011, Randić *et al.* 2012) y, a diferencia de las comunidades de tursiones de Doubtful Sound, Nueva Zelanda y la de Golfo de Trieste, Eslovenia, donde forman grupos mixtos (Lusseau *et al.* 2003, Genov *et al.* 2019).

El análisis de redes sociales permite estudiar grupos de animales sociales como una red de nodos y lazos (Wey *et al.* 2008, Krause *et al.* 2009), al combinar esta información con el comportamiento, se cuenta con una herramienta poderosa en el estudio y la conservación de especies sociales (Genov *et al.* 2019). Por lo que este estudio tiene como objetivos cuantificar el tamaño de los grupos e identificar la composición de edad, el comportamiento y la estructura social de los grupos de tursiones en la ensenada de La Paz, Baja California Sur.

## 2. ANTECEDENTES

### *Distribución espacial de la especie*

Los tursiones, se distribuyen en aguas tropicales y templadas, en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico (Mitchell 1975). Los límites en su distribución están relacionados con las características fisiográficas y la temperatura superficial del mar (Hansen 1990), que va desde los 10°C hasta los 32°C (Kenney 1990).

El tursión también tiende a habitar distintas regiones del relieve oceánico, las zonas costeras, la plataforma continental y la zona oceánica (Leatherwood y Reeves 1990, Hohn *et al.* 2001). Por ello se ha sugerido la distinción de la especie en distintos ecotipos; dos de los más utilizados son el oceánico (regiones pelágicas) y el costero (mares cerrados, bahías, lagunas, canales) (Hoese 1971, Leatherwood 1979, Morteo 2002).

Los tursiones costeros tienden a formar poblaciones residentes (Dinis *et al.* 2016), cuya densidad puede variar según la temporada (Toth *et al.* 2010), por lo que existen poblaciones con patrones de residencia anual y residencia estacional (Bolaños-Jiménez 2022). Los grupos residentes se caracterizan por formar grupos pequeños (2 a 25 individuos) y utilizan conscientemente un área determinada para alimentarse, parir y amamantar (Segura *et al.* 2006).

Los patrones de residencia y fidelidad del sitio son indicativos de la ecología de una población, de manera que la evidencia de avistamientos repetidos en la misma área se puede utilizar para establecer áreas centrales e identificar hábitats importantes (Dinis *et al.* 2016), las dimensiones de su ámbito hogareño, los patrones de movimiento que están asociados a la dinámica del ecosistema costero y a los recursos alimenticios disponibles (Defran *et al.* 1999).

### *Formación de grupos*

Los estudios específicos sobre la dinámica de poblaciones (distribución y abundancia) de tursiones comenzaron entre 1970-1980 (Leatherwood 1982) y progresivamente se han especializado para comprender la dinámica de sus grupos (Coulson *et al.* 2001). Actualmente, se sabe que los tursiones generalmente forman grupos de tipo fusión-fisión, caracterizados por relaciones fluidas donde los individuos se asocian temporalmente y muestran patrones de agrupación por edad y sexo (Connor *et al.* 2000, Gowans *et al.* 2008). La estructura de edades

es muy evidente en la formación de grupos de algunas poblaciones; por ejemplo: jóvenes (18 a 24 meses) en grupos con individuos fuertemente asociados (Cousteau y Diolé 1975), machos adultos (tres a cuatro individuos con asociaciones largas y estables) (Connor *et al.* 2000) y hembras (con periodos reproductivos semejantes y asociaciones cortas y variables) que suelen viajar juntas (Wells *et al.* 1987).

La definición de grupo con respecto a los delfines es ambigua y presenta inconsistencias cuando se utiliza de manera general (Syme *et al.* 2022). Por lo que a primera instancia se discierne entre dos tipos de agrupaciones; las “manadas” agregaciones de individuos que se observan juntos en el mar durante un instante y los “grupos”, asociaciones a largo plazo que se revelan a través del análisis de sus avistamientos (Connor *et al.* 1998). O bien, establecer la regla de la “cadena” que considera un grupo cuando los individuos están a una distancia de uno a tres delfines entre sí mientras realizan actividades similares como descansar, navegar o socializar (Smolker *et al.* 1992).

La dinámica de un grupo puede ser determinada a través de los patrones de ocurrencia en los avistamientos, donde los individuos pueden ser capturados en repetidas ocasiones a través de la foto-identificación (Mann 2000, Lodi y Tardin 2018), por medio de heridas y cicatrices naturales únicas (principalmente en la aleta dorsal) (Mann 2000, Whitehead *et al.* 2000). Esta es una técnica de identificación no invasiva (Weller 1991, Berta *et al.* 2015) y es usada para estimar tamaños poblacionales de diversas especies de cetáceos (Gormley *et al.* 2005), y para realizar estudios sobre patrones de movimientos, tamaño y estructura de poblaciones, así como tasas de reclutamiento (Buckland y York 2018).

### *Grupos estudiados*

Se han realizado diversos estudios sobre la dinámica de poblaciones de los tursiones a lo largo del tiempo y alrededor del mundo; entre los aspectos más estudiados se encuentran la abundancia, residencia, fidelidad al sitio, patrones de movimientos y dinámica de grupos. Estos estudios se han realizado en Sarasota, Florida (Wells *et al.* 1987), Shark Bay, Australia (Connor *et al.* 1999), Marlborough Sounds, Nueva Zelanda (Merriman *et al.* 2009), en el Archipiélago de Madeira, África (Dinis *et al.* 2016), en las aguas costeras de Alvarado Ver., México (Morteo *et al.* 2017), en Laguna San Ignacio B.C.S. México (Salazar 2018, Rodríguez 2018) entre otros.

Para la Península de Baja California, se considera que el tursión es una especie común tanto en el Golfo de California como en las aguas costeras de la región occidental (Defran *et al.* 1986, Urbán y Aguayo 1987). Estudios sobre residencia en el norte del golfo (Bahía Kino, Sonora) emplearon la técnica de foto-identificación sistemática para reconocer a los tursiones y encontraron agrupaciones de individuos residentes e incidencia de estos en áreas costeras (Ballance 1990, Ballance 1992). Por otra parte, para algunos hábitats del Pacífico Mexicano, se encontró que los grupos de tursiones en general no son residentes y suelen estar compuestos por tres a siete individuos (Morteo *et al.* 2004).

En la Paz, B.C.S., Michel (1986) mencionó que la presencia del tursión en la Ensenada de La Paz y aguas adyacentes es bien conocida desde hace mucho tiempo. La distribución de los tursiones en este sitio está influenciada por su alimentación, reproducción y protección de crías; ocupando zonas como la boca de la ensenada y el canal de navegación costero hacia Punta Prieta (Acevedo 1989). Así mismo, se observó que el comportamiento y el movimiento de los tursiones se relacionó con los cambios de marea, sugiriendo una posible respuesta al movimiento de las presas (Acevedo 1991).

Con base en la técnica de foto-identificación, Sánchez *et al.* (1992) estudio la abundancia, residencia y estructura social del tursión en La Bahía de La Paz y se ha planteado que en la Ensenada está presente una población residente de varias decenas de individuos, siendo este un lugar atractivo por la disponibilidad de alimento y protección.

Marcín-Medina (1997) describió la relación entre el comportamiento de los tursiones y la marea, estimó un mínimo de 52 individuos e identificó tres grupos diferenciados en la Ensenada de La Paz. Por otra parte, Alba (1997) observó que el tursión se encontraba presente en todas las estaciones de año en la Bahía de La Paz, siendo el componente principal de la estructura comunitaria de los odontocetos en la zona.

Díaz-Gamboa (2001) estimó al menos 66 individuos y mayor abundancia en la boca de la ensenada. Identificó cuatro grupos de tursiones que se distribuían y utilizaban la Bahía de La Paz de manera permanente y otros de manera estacional, con altas tasas de reproducción y picos de nacimientos en verano en La Ensenada de La Paz (Rojo-Arreola, 2002). Valadés (2002) estimó una población residente de por lo menos 80 individuos para el año 1993 e identificó tres grupos de delfines que presentan intercambio entre ellos y realizó un catálogo con 114 individuos.

La Bahía de la Paz se reconoció como un ecosistema crítico para la subpoblación de tursiones, y se reportaron cuatro grupos de tursiones en la Bahía de La Paz; uno oceánico y tres costeros que pueden ocupar de manera diferencial tres zonas; San Juan de la Costa, Isla Espíritu Santo y La Ensenada de La Paz (Salinas, 2005). Marcín-Medina (2010) identificó que entre el 2005 y 2006 existía una agrupación semi-residente de tursiones (residencia temporal), conformada mínimamente por 72 individuos los que, además, formaban dos tipos de grupos; pequeños (2-10 individuos) dentro de la Ensenada de La Paz, y grandes (15-40 individuos) fuera de la ensenada.

Sobre el uso de hábitat de los tursiones dentro de la Ensenada de La Paz, Márquez-Segovia (2021) encontró que los delfines presentaron mayor actividad acústica durante los meses de junio y julio, pero mayor producción de trenes (clics) de ecolocalización durante la temporada templada, probablemente asociada a la disponibilidad de alimento. Así mismo, se observó que los tursiones no mostraron cambios significativos en sus silbidos cuando estaban en presencia de embarcaciones, posiblemente porque están habituados a la presencia de embarcaciones y desarrollaron mayor tolerancia que los delfines en otras zonas (Antichi *et al.* 2022a).

### **3. HIPÓTESIS**

Dado que los grupos de tursiones son dinámicos, se espera que existan diferencias en el tamaño, comportamiento, estructura social y composición de edad entre los grupos de tursiones que habitan la Ensenada de La Paz.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Varios estudios coinciden en que la población residente de tursiones en la Ensenada de La Paz está compuesta por varios grupos de individuos, y que esta especie es un componente principal en la riqueza de los odontocetos de la zona. En algunos de estos estudios se plantea que el rol ecológico de sus poblaciones se basa en mantener la estabilidad de su ecosistema, controlando las poblaciones de sus presas y reduciendo la competencia (Brunke *et al.* 2008). Si bien, las agrupaciones de tursiones han sido estudiadas en el sitio, la última investigación tiene más de una década (Marcín-Medina 2010). Aunado a esto, se ha visto que las poblaciones costeras de tursiones son especialmente vulnerables a la degradación del hábitat (Curry y Smith 1997), la cual puede influir en la variación de los patrones de la dinámica de grupos (Ballance 1992, Defran y Weller 1999), especialmente en los hábitats costeros protegidos (ideales para pequeños grupos residentes) (Gowans *et al.* 2008). En relación con lo anterior se debe destacar la creciente actividad antrópica que ha ocurrido dentro de esta zona los últimos años, como el dragado del fondo marino y las construcciones en la zona de la playa (López 2013; PROFEPA 2017).

El estudio de la dinámica de los grupos puede determinar las variaciones en los parámetros poblacionales y la ecología conductual de los tursiones (Morteo *et al.* 2017), además es útil para cuantificar tendencias y hacer pronósticos (Juliano 2007), que es crítico cuando se consideran las posibles consecuencias de la alteración del hábitat (Bowler y Benton 2005). Así mismo, influye en la conservación de las poblaciones, para evaluar en medida de lo posible los procesos demográficos y su relación con la estocasticidad y variabilidad ambiental (Shaffer 1981). Esto es importante, ya que la Ensenada de La Paz posee características oceanográficas y batimétricas adecuadas para el estudio de los tursiones (Urbán *et al.* 1997) y se ha planteado como un ecosistema crítico para dicha subpoblación (Salinas-Zacarías 2005). Por ello es importante actualizar la información sobre esta especie, en particular sobre la dinámica de los grupos que se presentan en la ensenada, lo que aportará datos útiles para el manejo y conservación adecuados de la especie (Dobson 1998).

## **OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Determinar la dinámica de grupos de los tursiones (*Tursiops truncatus*) presentes en la Ensenada de La Paz, durante el periodo 2016-2021.

### **4.2. Objetivos particulares**

- Cuantificar el tamaño de los grupos de tursiones que se encuentran en la ensenada durante el periodo 2016-2021.
- Identificar la composición de edad de los grupos de tursiones en la ensenada durante el periodo 2016-2021.
- Identificar la estructura social y el comportamiento de los grupos de tursiones en la ensenada durante el periodo 2019-2021.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

La Ensenada de La Paz se encuentra en el Municipio de La Paz, en el estado de Baja California Sur, México. Se ubica en parte Sureste de la Península de Baja California, entre los 24°06' y 24°10' de latitud N, y los 110°18' y 110°26' de longitud O. Está localizada al Sur de La Bahía de La Paz, colindando en su costa sur y en su canal con la ciudad de La Paz (Choumiline *et al.* 2009). Es una laguna costera con una superficie aproximada de 45 km<sup>2</sup>, 12 km de largo y 5 km en su parte más ancha (Rodríguez 1999). Está separada de la Bahía de La Paz por una barra arenosa llamada El Mogote, la cual mide aproximadamente 12 km de largo. Los dos cuerpos de agua se comunican por un canal de 4 km de largo y 1.2 km de ancho (Lankford 1977).

El área de estudio incluye la Ensenada de La Paz y la zona sur de la Bahía de La Paz (Fig. 1), debido a que se encuentra en una zona geográfica protegida, estas zonas presentan características particulares en su estructura termohalina, evaporación y mezcla por mareas, principalmente cerca de la superficie y en las zonas someras (Obeso Nieblas 2003, Obeso Nieblas *et al.* 2004). La profundidad de la parte sur de la Bahía de la Paz oscila entre los 5 y 20 m de profundidad; siendo más somera en la zona de conexión con la Ensenada de La Paz (Del Monte Luna *et al.* 2005); las zonas con escasa profundidad dentro de la Bahía de la Paz permiten conservar el aislamiento térmico de sus aguas con una temperatura media de 24<sup>0</sup>C (Salinas-Zacarías 2000).

La Ensenada de La Paz se caracteriza por su baja profundidad, depresiones en la parte noroccidental (hasta de 8 m de profundidad) y en los canales de marea (hasta 6 m de profundidad). Presenta un canal central desde la boca de la ensenada, el cual se prolonga hasta el interior de la Ensenada (Osuna 1986). Las principales direcciones de las corrientes de marea entran por este canal y durante el reflujó, salen por el mismo (Salinas 2000). En cuanto a la media anual de la temperatura superficial, esta es de 24<sup>0</sup>C, máxima 28<sup>0</sup>C en temporada cálida y mínima de 21<sup>0</sup>C en temporada templada (Cervantes *et al.* 1991).

La productividad primaria en la zona eufótica de La Bahía de La Paz tiende a mostrar un comportamiento estacional, registrándose valores máximos en invierno (diciembre a marzo), contrastando con valores mínimos en otoño (noviembre) (Hidalgo-González y Álvarez-Borrego

2000, Reyes-Salinas *et al.* 2003). Los patrones en la productividad primaria de La Bahía de La Paz se asemejan con los de La Ensenada de La Paz, sin embargo, los niveles de productividad primaria de esta última están relacionados con la presencia del manglar, que presenta una tasa de productividad primaria muy alta y constituye la base del continuo flujo de exportación e importación de material orgánico (Lugo y Snedaker 1974). Además, el efecto de la marea genera corrientes de flujo y reflujo, y produce transporte de sedimentos y nutrientes entre la ensenada y la bahía, generando el desplazamiento de diversas especies de peces (Jiménez *et al.* 1997)

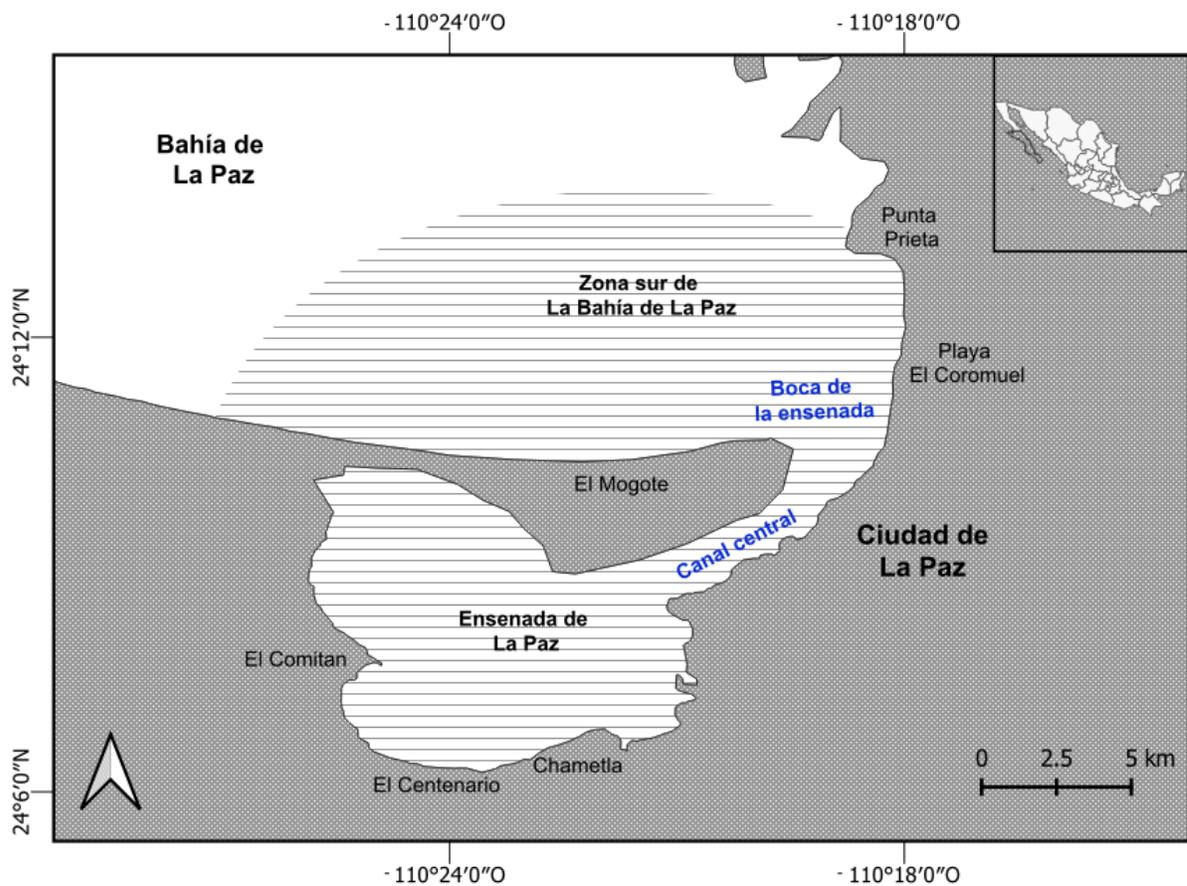


Figura 1. Área de estudio; Ensenada de La Paz, B.C.S. (Sombreado de líneas horizontales = área de estudio).

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Trabajo en campo**

#### **6.1.1. Navegaciones**

La delimitación del área de estudio se basó en el estudio de distribución de los tursiones en la zona por Acevedo (1991) y Marcín-Medina (2010), quienes registraron los avistamientos en las regiones del canal y la boca de La Ensenada, y la zona sur de La Bahía de La Paz.

En este estudio se analizó la información obtenida del periodo 2016 a 2021, cuyos datos provienen de dos fuentes; para el periodo 2016 a 2018 se utilizó el registro fotográfico oportunista de la base de datos del Programa de Investigación de Mamíferos Marinos de la UABCS (PRIMMA), mientras que para el periodo 2019 a 2021 se realizaron avistamientos a través de navegaciones dirigidas en la zona de estudio realizadas igualmente por el PRIMMA.

Las navegaciones se realizaron a través de una embarcación tipo IMEMSA de siete metros de eslora, equipada con un motor fuera de borda de 75 HP. La velocidad a la que se navegó fue de alrededor de 10 km h<sup>-1</sup> y la tripulación a bordo estuvo compuesta por el capitán, un observador principal, uno a dos observadores secundarios y un anotador.

Las navegaciones se realizaron al menos una vez por mes en diferentes meses a lo largo del periodo de estudio. Durante los recorridos, los observadores se enfocaron en una sección de la zona de estudio (a cada lado de la embarcación) con una visión de al menos 1 km, para así localizar a los grupos de tursiones.

Se definió como “avistamiento” cuando se encontró al menos un delfín en la zona y su duración se delimitó hasta tener un número considerable de fotografías del o de los individuos, o bien cuando estos se perdían de vista.

Durante estos avistamientos, el observador principal tomó fotografías de la aleta dorsal y la porción visible del dorso (lado derecho y lado izquierdo) de los tursiones, intentando realizar la captura de la mayor cantidad ejemplares. Las fotografías se tomaron con cámaras digitales tipo réflex (de 18 MP con lentes de 18-300 mm f/3.5-5.6 a velocidades de obturación de 1/500 s, ASA de 200 y apertura variable).

En una bitácora de campo se anotaron los tiempos de esfuerzo; hora inicial y final del recorrido y la hora de inicio y final de cada uno de los avistamientos. Se realizaron anotaciones

correspondientes al número de individuos observados durante cada avistamiento (estimación mínima y máxima del número de delfines), la etapa de desarrollo a la que pertenecían y su comportamiento. También se obtuvieron los datos de las condiciones oceanográficas: Beaufort, temperatura superficial del mar, nubosidad (en porcentaje) y la dirección del viento, así como la posición geográfica de cada punto importante a través de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés).

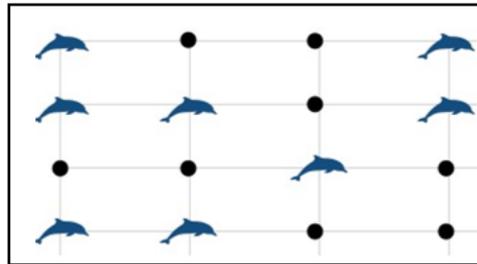
### **6.1.2. Tamaño de grupos**

Para este estudio, los grupos se definieron como un conjunto de individuos que mantienen una proximidad espacial entre ellos (Connor *et al.* 1998, Connor 2000, Whitehead 2008; Majolo y Huang 2018, Syme *et al.* 2022). Para delimitar la proximidad espacial se utilizó la regla de la “cadena”, que considera a un grupo cuando los individuos están a una distancia de uno a tres delfines entre sí y/o están realizando el mismo comportamiento (e.g. descanso, navegación o socialización) (Smolker *et al.* 1992). Así mismo, cuando los individuos rompen la formación, estos dejan de considerarse como grupo.

Para este proyecto se consideraron dos tipos de agrupaciones, las cuales se diferencian por la distancia que hay entre los individuos que las componen; las agrupaciones compactas (Fig. 2) se definen como grupos donde los delfines tienen una distancia de una a tres veces su longitud corporal de los demás (Smolker *et al.* 1992), mientras que las agrupaciones dispersas (Fig. 2) son aquellas conformadas por subgrupos (dos o más agrupaciones compactas)<sup>1</sup> (Fig. 2).

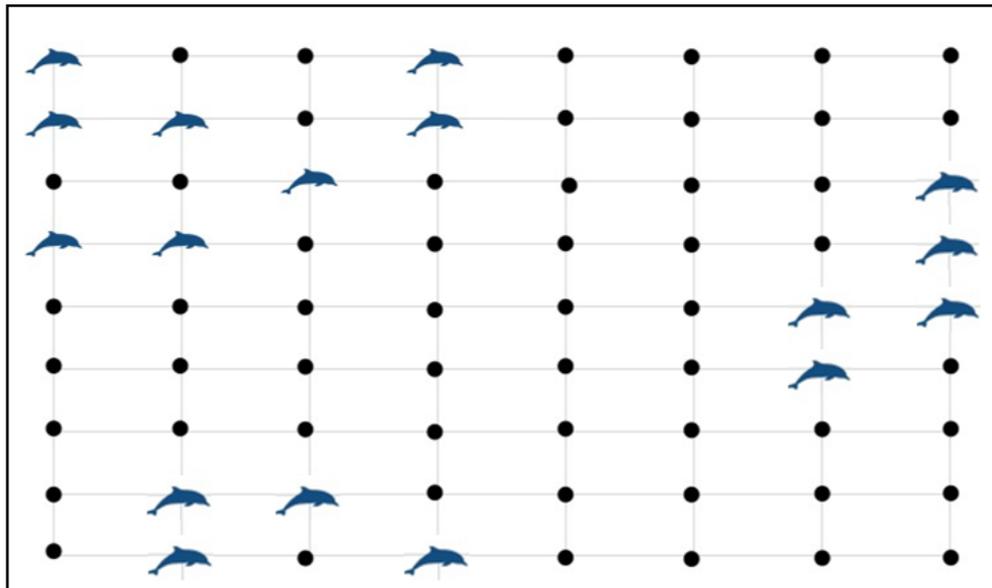
---

<sup>1</sup> Las agrupaciones de cetáceos se clasifican en compactas o dispersas según la distancia entre los animales (Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, com. pers. 2019).



**Grupo compacto**

**Grupo disperso**



● Espacio equivalente a un delfín

Figura 2. Esquema de la distribución espacial de los grupos de tursiones conforme a la regla de la cadena (basada en Smolker *et al.* 1992 y el Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, com. pers. 2019).

El tamaño del grupo se calculó visualmente contando el número de individuos que salían a la superficie y los que estaban bajo el agua (donde la visibilidad lo permitió), este cálculo se hizo usando la estimación mínima y máxima. Para determinar el tamaño de los grupos en los cálculos posteriores, se utilizó la “mejor estimación” (Kiszka *et al.* 2007, Hupman 2016) (Tabla D).

Tabla I. Tipos de estimación del número de delfines durante el avistamiento.

<b>Estimación</b>	<b>Definición</b>
Mínima	Número mínimo de delfines observados durante un avistamiento.
Máxima	Número máximo de delfines observados durante un avistamiento.
Mejor	Número máximo de delfines observados durante un avistamiento, siempre y cuando el número sea igual o mayor al número de delfines foto-identificados.

### 6.1.3. Composición de edad

La composición de edad de los tursiones se obtuvo contando el número de individuos de acuerdo con su tamaño corporal, como *proxi* de su etapa de desarrollo; en este estudio se clasificaron cuatro etapas: recién nacidos, crías, jóvenes y adultos (Tabla II). Así mismo, cuando fue necesario, el tamaño de grupo en campo se ajustó posteriormente en función del número de individuos distintos con base en los resultados de la foto-identificación.

Tabla II. Categorías de las etapas de desarrollo de los tursiones (*T. truncatus*) (Merriman *et al.* 2009). Definiciones derivadas de Mann y Smuts (1998) y Mann *et al.* (2000)

<b>Etapas de desarrollo</b>	<b>Definición</b>
Recién nacido	Presencia de pliegues fetales. Nado no coordinado con la madre. Nado muy activo y emerge con toda la cabeza.
Cría	Tamaño igual o menor a la mitad de la longitud total de un delfín adulto. Nadan junto a su “madre potencial” en posiciones escalonadas o de lactancia.
Joven	Miden dos tercios del tamaño de un adulto. Observado en estrecha asociación con un adulto, pero no en posición de lactancia.
Adulto	Individuos grandes de aproximadamente 3 m de longitud.

## Madres con cría

Con la finalidad de identificar patrones en la estructura social (Smolker *et al.* 1992, Moller *et al.* 2006), se identificaron las hembras a través de la observación en campo y se corroboró con el análisis de la foto-identificación. Las hembras se identificaron por la presencia constante de una cría o recién nacido durante el periodo de estudio (Fury *et al.* 2013, Morteo *et al.* 2014).

### 6.1.4. Comportamiento

Se realizaron anotaciones sobre el comportamiento que realizaron los individuos dentro de los diferentes grupos siguiendo las categorías y descripciones conductuales (Tabla III). Así mismo se identificó si hubo un cambio de comportamiento y se registró.

Tabla III. Clasificación de las conductas de los tursiones (*T. truncatus*) con base en lo propuesto por Bearzi (1994) y Baker *et al.* (2017)

Comportamiento	Descripción
Alimentación	Inmersiones profundas o nado rápidos mientras persigue presas y se alimenta. Frecuentemente asociado con la presencia de aves marinas en el área.
Navegación	El grupo se mueve en una dirección constante e intervalos regulares en superficie. Los individuos del grupo interactúan y a menudo muestran comportamientos
Socialización	activos en superficie (saltos, coletazos, giros, etc.) y ningún movimiento direccional constante.
Descanso	Movimiento lento y sin salpicaduras; estrechamente agrupados o en subgrupos; intervalos de inmersión cortos y constantes.
Nado sin rumbo (milling)	Sin movimientos definidos, individuos nadan en diferentes direcciones; intervalos de inmersión de duración variable.

## 6.2. Procesamientos de datos

### 6.2.1. Análisis del tamaño de los grupos

El tamaño de grupo se obtuvo utilizando la mejor estimación, cabe destacar que en algunos casos hubo una corrección en la estimación del número de individuos, porque el número de delfines foto-identificados fue mayor a la estimación máxima, por lo que el número de delfines foto-identificados se usó como la mejor estimación.

Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov para el tamaño de los grupos y se encontró de los datos no presentaron una distribución normal, por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas con una confiabilidad del 95%. En este caso la mediana se emplea como el medio de comparación y el rango intercuartílico (RIQ) como medida de dispersión de los datos.

Se obtuvo la frecuencia del tamaño de las agrupaciones a través de un histograma y el número de clases se obtuvo utilizando la regla de Sturges. Se realizó una comparación del tamaño de grupo entre los dos tipos de agrupaciones; compactas y dispersas a través de la prueba MW. Por último, se comparó el tamaño de grupo entre años y meses, no se realizaron pruebas estadísticas ni se discutirá con respecto a ello porque los datos no fueron obtenidos de manera estandarizada y no cumplen con los criterios de significancia de las pruebas (Sheskin 2007), pero funcionan como antecedente para próximos estudios.

#### **6.2.2. Análisis de composición de edad**

Se analizó la conformación de los grupos por las diferentes etapas de desarrollo; adultos y no adultos (jóvenes, crías y recién nacidos). Se obtuvo el total del número de los individuos pertenecientes a cada etapa de desarrollo, el número de delfines no adultos por grupo y la proporción de las clases de edad dentro de los grupos (metodología por Merriman *et al.* 2009).

Se hizo la comparación entre el número de delfines no adultos pertenecientes a cada etapa de desarrollo (jóvenes, crías y recién nacidos) entre años, temporadas y meses. Para las comparaciones se tomaron en cuenta únicamente aquellos con cinco o más avistamientos (Sheskin 2007), las comparaciones entre años y meses se hicieron a través de la prueba KW Mientras que la comparación entre temporadas se hizo a través de la prueba MW.

En cuanto al tamaño de grupo respecto a las etapas de desarrollo que lo componen, se comparó el tamaño de grupo entre los grupos conformados por solo adultos y los grupos mixtos (aquellos que incluyen delfines adultos y no adultos). Así mismo, se comparó el tamaño de grupos entre los grupos donde se observaron madres con cría y los grupos donde no se observaron. Ambas comparaciones se hicieron a través de la prueba MW.

### 6.2.3. Análisis de comportamiento

El comportamiento se obtuvo a través de la observación de los delfines en campo, utilizando las categorías de conducta propuestas en la Tabla III (Bearzi 1994, Baker *et al.* 2017). Se obtuvo el tamaño de grupo para cada conducta realizada, así como la proporción de las conductas a lo largo del periodo de estudio, respecto a los dos tipos de agrupaciones (compactas y dispersas) y respecto a la composición entre grupos de adultos y grupos mixtos (metodología por García-González 2015).

### 6.2.4. Análisis de la foto-identificación

Para este estudio se analizaron todas las fotografías de las aletas dorsales (derechas e izquierdas) del periodo de estudio (2016-2021) utilizando la técnica de foto-identificación a través del método de marcado-recaptura, esta técnica permite identificar a los individuos por medio de las marcas únicas en las aletas dorsales de los tursiones (rasguños, muescas y pigmentación) (Fig. 3) (Defran *et al.* 1990). La foto-identificación exitosa en un evento de muestreo, se definió como una captura (Würsig y Jefferson 1990). En este foto-marcado, los delfines no adultos fueron excluidos del análisis de fotografías debido a la escasa presencia de marcas distintivas en sus aletas (metodología Dinis *et al.* 2016).



Figura 3. Esquema de las marcas únicas de la aleta dorsal (muescas, rasguños y pigmentación).

La foto-identificación se realizó de manera visual para comparar y obtener las similitudes de las aletas (Defran *et al.* 1990). Las fotografías se compararon entre grupos, avistamientos, días y años. A cada individuo se le asignó una clave de identificación conformada por el nombre

de la especie (*Tursiops truncatus*: *Tt*), la zona (Ensenada de La Paz: ELP), la característica particular de la aleta (Fig. 5) y el número de individuo, ejemplo: TtELP-MT01, para así realizar el catálogo de los tursiones de La Ensenada de La Paz.

#### *Calidad de la foto*

Se utilizaron únicamente fotografías de buena calidad (calidad media y excelente). Para ello se siguió la metodología sugerida para caracterizar las fotografías en calidad excelente, media y baja (Fig. 4) como resultado de su nivel de enfoque, contraste y exposición, el ángulo de la aleta dorsal a la cámara y el tamaño de la aleta dorsal en el cuadro (García-Vital 2009, Dinis *et al.* 2016). El procesamiento de las fotografías se hizo a través del software ACDsee Pro 2.5., la caracterización de la calidad y la selección de las fotografías se realizó de manera visual.



Figura 4. Ejemplos de clasificación de las fotografías de las aletas dorsales de tursiones en La Ensenada de La Paz (Basada en García-Vital, 2009).

#### *Características particulares*

Una vez seleccionadas las fotografías de buena calidad y, con la finalidad de facilitar la identificación y diferenciación de los individuos, se clasificaron las aletas dorsales en tres categorías con respecto al tipo de marcas que presentaron: altamente distintivas (D1), distintivas (D2) y no distintivas (D3) (García-Vital 2009, Hupman 2018) (Fig. 5). La clasificación de las marcas se hizo con respecto a las categorías propuestas por el Programa de Investigación de delfines de Sarasota (2006) y García-Vital (2009) (Fig. 6). Finalmente se compararon las fotografías de las aletas dentro de la misma categoría de distintividad.

## CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LAS ALETAS DORSALES

<b>Altamente distintiva (D1)</b>	Marcas muy distintivas	
<b>Distintiva (D2)</b>	Marcas de identificación obvias pero difíciles de identificar en fotografías de baja calidad	
<b>No distintivo (D3)</b>	No hay marcas o marcas pequeñas	

Figura 5. Ejemplos de clasificación de las características particulares de las aletas dorsales de tursiones en La Ensenada de La Paz (Basada en García-Vital 2009 y Hupman 2018).

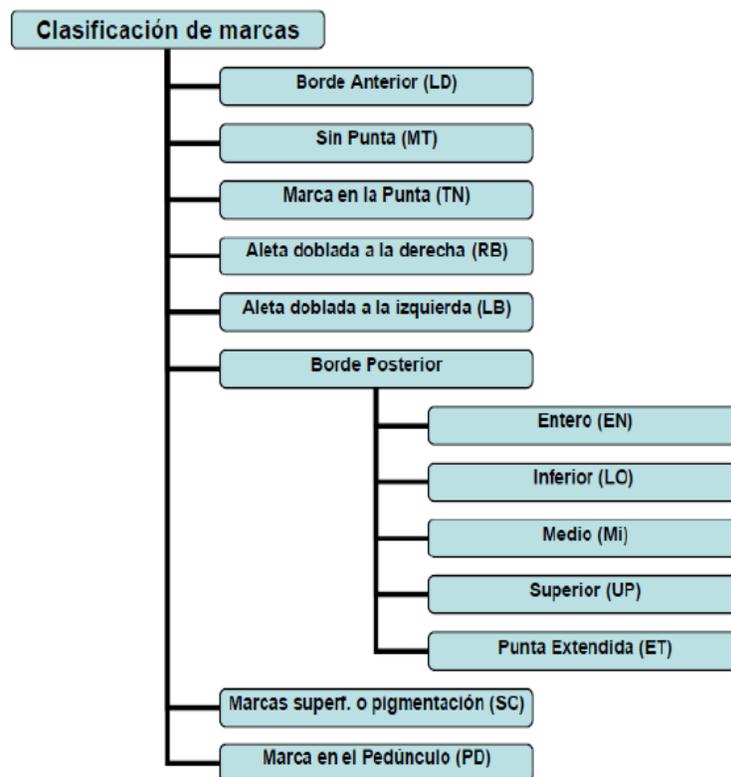


Figura 6. Clasificación de marcas de la aleta dorsal en tursiones (SDRP 2006, García-Vital 2009).

### *Eficiencia de foto-identificación*

Para determinar la existencia de posibles sesgos o pérdida de la información por el uso de la técnica de foto-identificación, se utilizaron los siguientes índices (García-González 2015).

- **Eficiencia de foto-identificación (EF):** determinar la existencia de posibles sesgos en el uso de la técnica de foto-identificación (Morteo 2002).

$$EF = \frac{\text{Número de fotos exitosas}}{\text{Número de fotos tomadas}} * 100$$

- **Eficiencia de individualización (EI):** obtener la medida de la pérdida de información por el uso de fotografías (Hammond y Donovan 1990)

$$EI = \frac{\text{Número de foto-identificaciones}}{\text{Número de adultos avistados}} * 100$$

### *Curvas de descubrimiento*

Las curvas de descubrimiento se obtuvieron trazando el número acumulativo de individuos identificados contra el número acumulativo de identificaciones (con solo una identificación de cada individuo contada durante cada período de muestreo). Esto indica la velocidad a la que los individuos ingresan al conjunto de datos y, por lo tanto, qué proporción de la población se ha identificado y en qué fecha se ha hecho (Whitehead 2009) metodología por García- González, 2015.

## **6.2.5. Análisis de la estructura social**

### **6.2.5.1. Análisis de asociación**

El análisis de asociación determina el número de veces que un par de delfines son observados juntos (en el mismo avistamiento), en relación con el total de sus avistamientos individuales. Se analizaron las asociaciones de los individuos adultos en fotografías de buena y excelente calidad, excluyendo a aquellos que no presentaron marcas características (Morteo *et al.* 2014, García-González 2015). El análisis de asociación se hizo a través del software SOCPROG 2.9 (Whitehead 2009), con los datos del periodo de navegaciones (2019-2021). Se utilizó la información de los individuos avistados al menos en 5 ocasiones, con el fin de evitar sesgos por individuos sub-muestreados (Felix 1997, Gero *et al.* 2005, Morteo *et al.* 2014, García-Vital *et al.* 2015).

### *Patrones de asociación y sociogramas*

Se obtuvieron los patrones de asociación entre los tursiones de cada grupo por medio de sus coeficientes de asociación (CDA o COA por sus siglas en inglés) a través de un índice de peso ponderado (Whitehead, 2009). Se utilizó el índice de fuerza de asociación o Half Weight Index (HWI) (Eq. 3) (Cairns y Schwager 1987, Whithead y Dufault 1999, Eisfeld 2003, White y Smith 2007), que mide las frecuencias de los avistamientos de cada par de individuos foto-identificados (Smolker *et al.* 1992, Rogers *et al.* 2004). Los valores de CDA varían de 0 a 1 y se dividen en cinco categorías, “0” para dos individuos que nunca estuvieron juntos hasta “1” para dos individuos que han estado juntos en todos los avistamientos como lo indica la Tabla IV (Bräger *et al.* 1994, Herzing y Brunnick 1997, Quintana Rizzo y Wells 2001, Chilvers y Corkeron 2002).

$$HWI = \frac{x}{x + \frac{1}{2}(Y_a + Y_b)}$$

Donde:

X: número de veces en el que los individuos a y b fueron avistados juntos en el mismo grupo.

Ya y Yb: el número de veces en que los individuos a y b fueron avistados respectivamente.

Tabla IV. Categorías de los coeficientes de asociación por Quintana Rizzo y Wells (2001)

<b>Fuerza de asociación</b>	<b>Valor</b>
Infrecuente	0.01 – 0.20
Ocasional	0.21 – 0.40
Regular	0.41 – 0.60
<i>Moderado</i>	0.61 – 0.80
<i>Fuerte</i>	0.81 – 1.00

Para representar de manera visual las asociaciones entre pares de individuos, se construyó un modelo de red social para los individuos del periodo de muestreo que fueron avistados de cinco a más veces. Se representaron a través de un sociograma con un arreglo de escala multidimensional, el cual cuenta con nodos que representan a cada individuo, donde los individuos fuertemente asociados se trazan juntos y los débilmente asociados se trazan aparte, cada nodo se une por líneas cuyo grosor es proporcional al índice de asociación (HWI) entre las parejas representadas (Whitehead 2008, Whitehead 2009). Se realizaron sociogramas por año para el periodo (2019 a 2021) para determinar visualmente variaciones en la estructura de los grupos; la estructura se representó con sociogramas en arreglo de escala circular con los individuos que fueron vistos al menos cinco veces.

Se obtuvo el promedio de las asociaciones del periodo de muestreo con los valores de la matriz simétrica (valores de CDA) y su histograma para determinar la distribución de las frecuencias de los datos de asociación entre las parejas de delfines foto-identificados. El histograma se dividió en cinco categorías de acuerdo con su nivel de asociación (Tabla IV) (Morteo *et al.* 2014).

### *Diferenciación social*

Para identificar la variación en el sistema social de los grupos de tursiones estudiados, se obtuvo la medida de diferenciación social, con la cual podemos determinar si son sociedades homogéneas ( $< 0.3$ ), sociedades bien diferenciadas ( $> 0.5$ ) o sociedades extremadamente diferenciadas ( $> 2.0$ ). De igual manera se realizó la estimación del coeficiente de correlación entre el índice de asociación verdadera y el índice de asociación calculado, que determina la fuerza del análisis y rectifica la veracidad del sistema social resultante en: nada confiable (0), altamente confiable (1) (Whitehead 2008). Ambos análisis se hicieron con 20,000 permutaciones a través de la regresión de Poisson en el software SOCPROG 2.9 (Whitehead 2009).

### 6.2.5.2. Análisis de conglomerados y validación de dendogramas

La estructura social en los tursiones estudiados se puede identificar con un análisis de conglomerados (software SocProg 2.9) a través de la técnica de vinculación promedio, usando la matriz de valores de los CDA. Este método es el más común para representar estructura social por asociaciones entre individuos (Milligan y Cooper 1987), además de que las distancias máximas y mínimas por error de aleatorización o error de medición, tienen menor impacto en los resultados (Whitehead y Dufault 1999).

A partir del análisis de conglomerados se obtuvieron los dendogramas correspondientes del agrupamiento de los individuos y su grado de asociación (Whithead 2008). Para validar el dendrograma se obtuvo el Coeficiente de Correlación Cofenética (CCC), que correlaciona los valores de asociaciones entre pares de individuos observados y los niveles en que se unen los individuos en el dendrograma, estos valores van desde 0 indicando que no hay correlación, hasta  $\geq 0.8$  que indican que la separación jerárquica dentro del dendrograma es confiable, pudiendo llegar a 1 donde existe correlación perfecta (Bridge 1993, Whithead 2008). Así mismo, se calculó el índice de modularidad-G (Q) con 20,000 permutaciones, el cual permite conocer el corte más parsimonioso para representar el análisis de conglomerados en subgrupos de individuos y tiene un ajuste para “gregariedad” (Newman 2004, Whithead 2008). Un coeficiente de modularidad de 0 representa una estructura de grupos aleatoria, un coeficiente de modularidad  $\geq 0.3$  significa una separación en grupos confiable (Newman 2004, Bolaños-Durán 2017).

#### *Corrección por gregarismo*

La corrección por gregarismo se aplica al índice de asociación seleccionado, en este caso al HWI. Se corrige el nivel las asociaciones entre los pares de individuos debido a la tendencia de la especie a asociarse (Godde *et al.* 2013). Así, si dos individuos se asocian dada su sociabilidad, el índice es  $> 1$  y si se evitan es  $< 1$  (Whithead 2009).

### **6.2.5.3. Tasa de asociación retardada**

Se usaron las tasas de asociación para determinar la duración y el tipo de dinámica social (Whitehead, 1995) de los grupos estudiados mediante el programa SocProg 2.9 (Whitehead *et al.* 2009). La tasa de asociación retardada (LAR, por sus siglas en inglés) estima la probabilidad de que, si dos individuos se están asociando ahora, seguirán asociados tiempo más tarde. La TAR se comparó con la tasa de asociación nula (LNR por sus siglas en inglés) que indica la probabilidad de que dos individuos se asocien de manera aleatoria (independientemente de si se han asociado antes). Cuando la tasa de asociación retardada es igual a la tasa de asociación nula, esto indica que no hay asociaciones predeterminadas (Whitehead, 1995).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Navegaciones

Para este estudio se analizaron los datos obtenidos de un total de 72 avistamientos en 39 recorridos durante el periodo de estudio 2016 a 2021. El número de avistamientos y recorridos por año se muestra en la tabla V. El número de avistamientos equivale al número de grupos observados (72 grupos), los cuales se encontraron principalmente en el canal central y en la boca de la ensenada (Fig. 7).

Tabla V. Recorridos y avistamientos de tursiones durante el periodo de estudio (2016-2021)

<b>Año</b>	<b>Número de recorridos</b>	<b>Número de avistamientos</b>
2016	5	7
2017	1	1
2018	2	2
2019	17	37
2020	5	6
2021	9	19
General	39	72

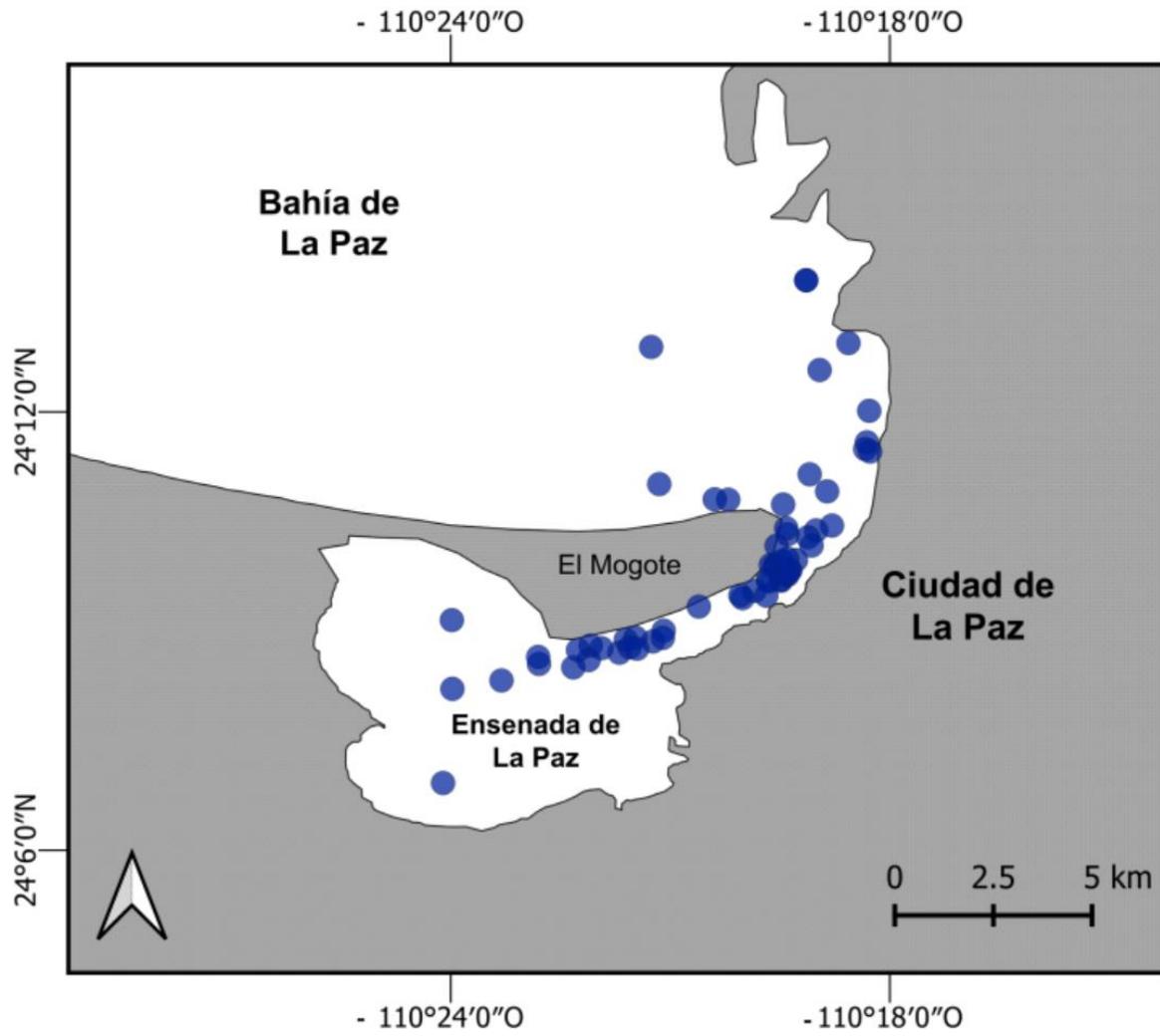


Figura 7. Distribución de los grupos de tursiones avistados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos; puntos azules = grupos).

## 7.2. Tamaño de grupos

El tamaño de grupos de los tursiones en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2016 a 2021, fluctuó entre dos y cincuenta delfines, la mediana fue de 15 (*RIQ* 23), el primer cuartil de 7, tercer cuartil 30, y la moda fueron grupos de 20 y 30 delfines (Fig. 8).

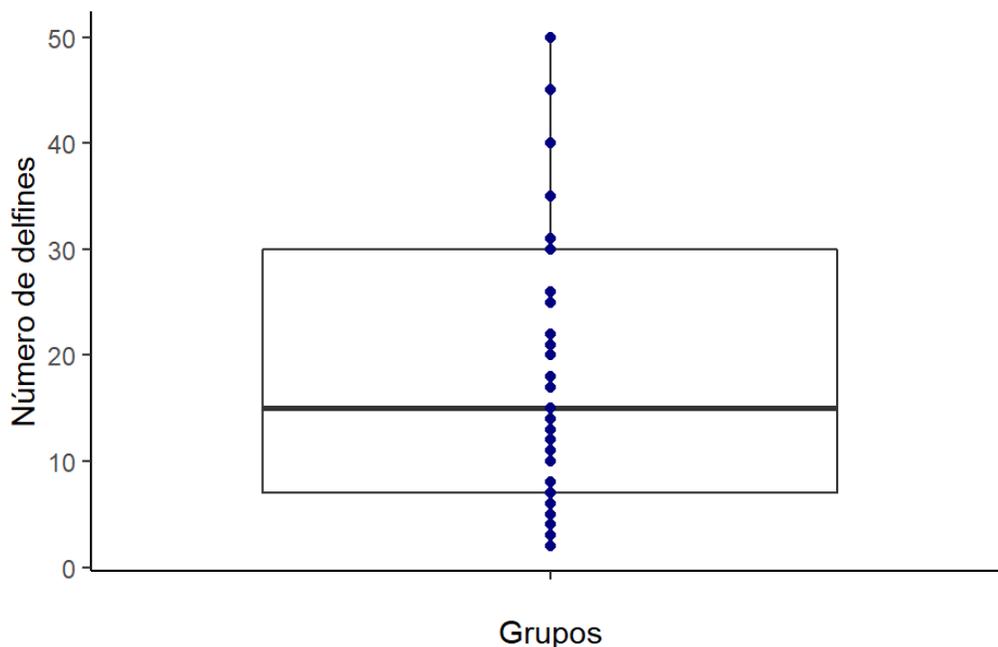


Figura 8. Tamaño de los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n = 72$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo).

La distribución de las frecuencias de tamaño grupo de los tursiones (Fig. 9) muestran un total de ocho categorías. El tamaño de grupo más frecuente fue 2 a 8 delfines, representando el 32% del número de grupos avistados. El 21% corresponde a un tamaño de grupo de 15 a 20 delfines, el 14% un tamaño de 8 a 14 delfines, el 13% un tamaño de 27 a 32 delfines, el 08% un tamaño de 45 a 50 delfines, el 07% un tamaño de 21 a 26 delfines, el 04% un tamaño de 39 a 44 delfines y, por último, el 01% un tamaño de 33 a 38 delfines.

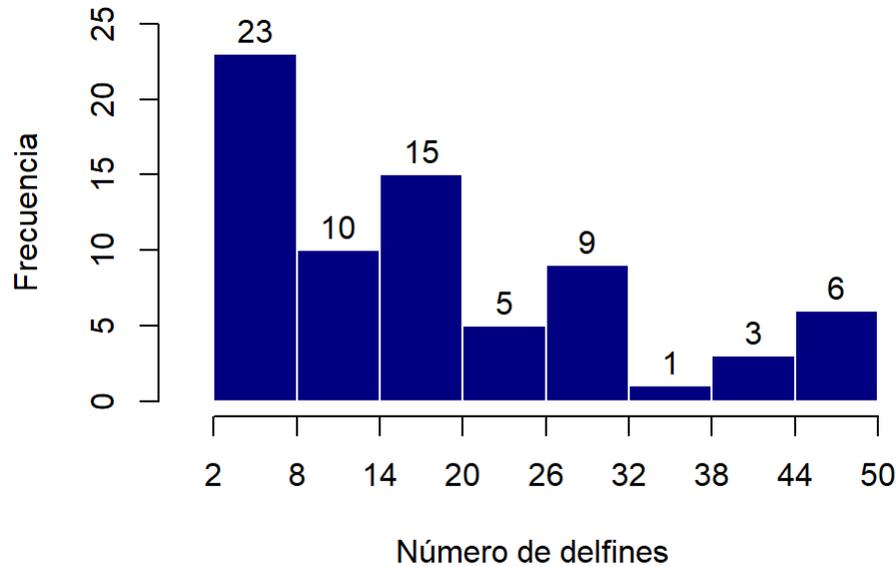


Figura 9. Histograma de frecuencias del tamaño de grupos de los tursiones, observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos).

### 7.2.1. Tamaño de grupo por formación

En este estudio se identificaron 54 grupos avistados por su tipo de formación (Fig. 10); 28 agrupaciones con formación compacta (52%) y 26 agrupaciones con formación dispersa (48%), mientras que los 18 avistamientos restantes no fueron identificados. En la figura 11 se muestra la variación en el tamaño de grupo de acuerdo con el tipo de formación, los grupos con formación compacta fluctuaron entre 2 a 40 delfines por grupo, principalmente entre 2 a 25 delfines y, con un valor atípico de hasta 50 delfines por grupo. Por otro lado, los grupos con formación dispersa tuvieron una variación de entre 2 a 50 delfines por grupo y la variación fue uniforme.

La comparación entre el tamaño de los grupos de tursiones de acuerdo con su formación, mostró diferencias significativas ( $MW, W=629.5, p=0.015$ ). Las agrupaciones con formación compacta presentaron una mediana de 14 ( $RIQ\ 14.5$ ) delfines, mientras que las agrupaciones con formación dispersa presentaron una mediana de 25 ( $RIQ\ 25.5$ ) delfines.

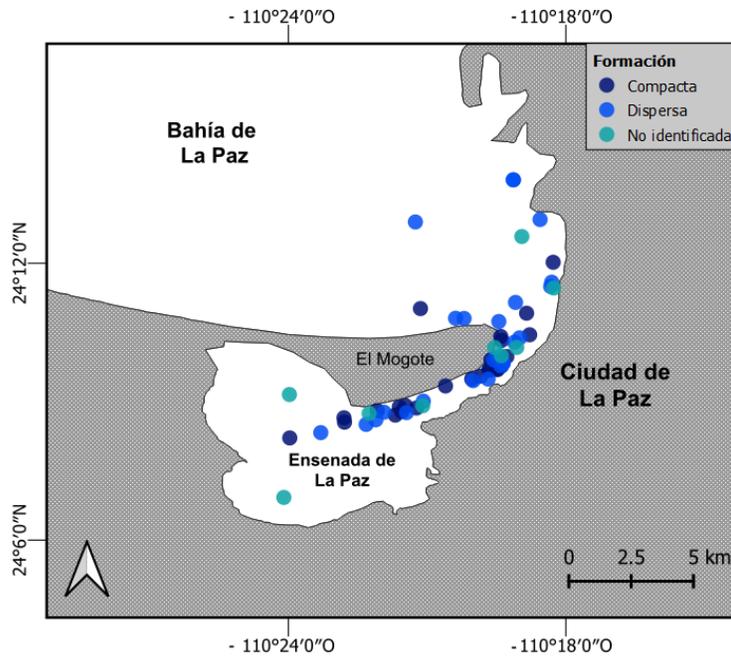


Figura 10. Tipo de formación de los grupos avistados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos; formación compacta = 28, formación dispersa = 26, formación no identificada = 18).

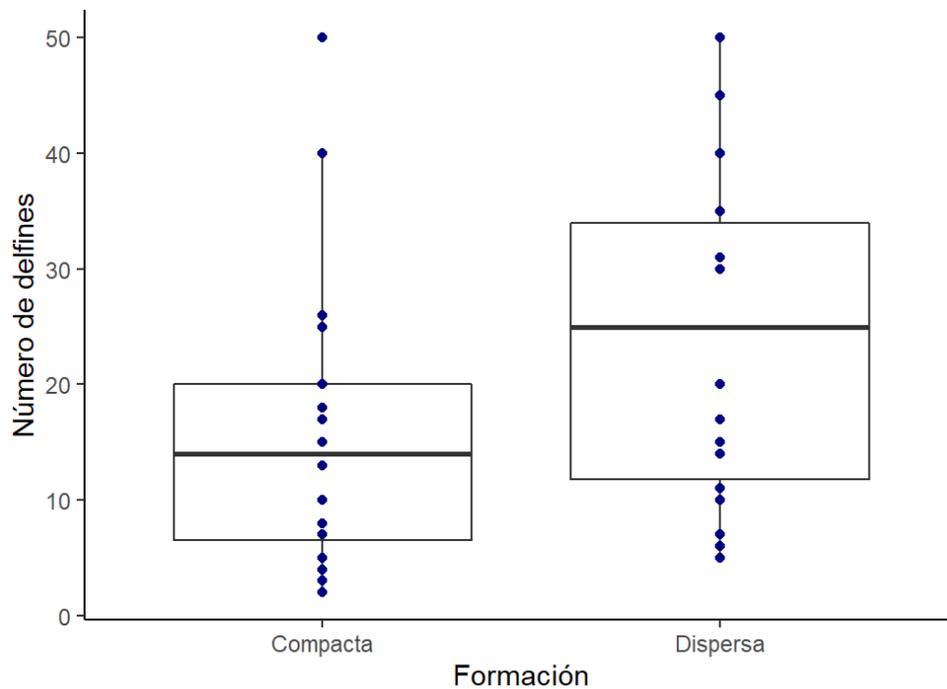


Figura 11. Tamaño de los grupos por tipo de formación para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{Compacta} = 28$  grupos,  $n_{Dispersa} = 26$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

### *Tamaño de grupo inter-anual e intra-anual*

Los años con mayor número de avistamientos fueron 2016, 2019, 2020 y 2021. La variación en el tamaño de los grupos fue más evidente en los años 2016 y 2021, donde el tamaño fluctuó entre 2 hasta 50 delfines. Para el año 2019 la fluctuación fue de 2 a 40 delfines con un valor atípico de 50 delfines, mientras que para el año 2020, la fluctuación fue de 3 a 12 delfines por grupo (Fig. 12).

Los meses con mayor número de avistamientos son mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Los meses mayo, junio, julio, agosto, septiembre y noviembre se componen de avistamientos realizados en diferentes años, principalmente 2019 y 2021. Mientras que el resto de los meses se componen de avistamientos realizados en un único año; el mes de octubre con cuatro avistamientos durante el año 2020 y el mes de abril con dos avistamientos del año 2021 (Fig. 13).

La variación en el tamaño de los grupos es evidente en los meses de mayo a septiembre, donde los grupos se componen de entre 2 a 50 delfines. La variación en el resto de los meses es menor; en abril la fluctuación es de 20 a 30 delfines por grupo, en octubre es de 3 a 10 delfines por grupo y en noviembre de 2 a 5 delfines por grupo. Por último, los meses de diciembre y enero contaron únicamente con un avistamiento de 4 y 5 delfines por grupo respectivamente (Fig. 13).

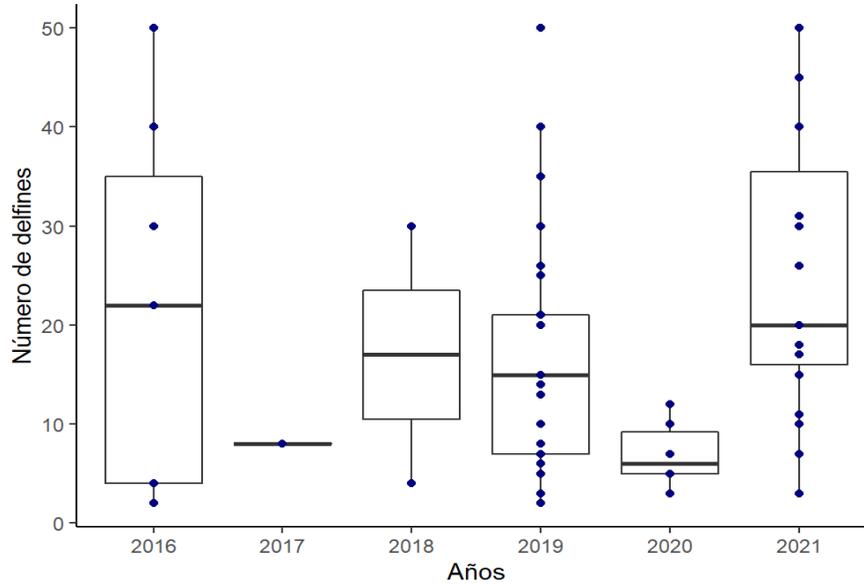


Figura 12. Tamaño de los grupos inter-anual los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{2016} = 7$  grupos,  $n_{2017} = 1$  grupos,  $n_{2018} = 2$  grupos,  $n_{2019} = 37$  grupos,  $n_{2020} = 6$  grupos,  $n_{2021} = 19$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

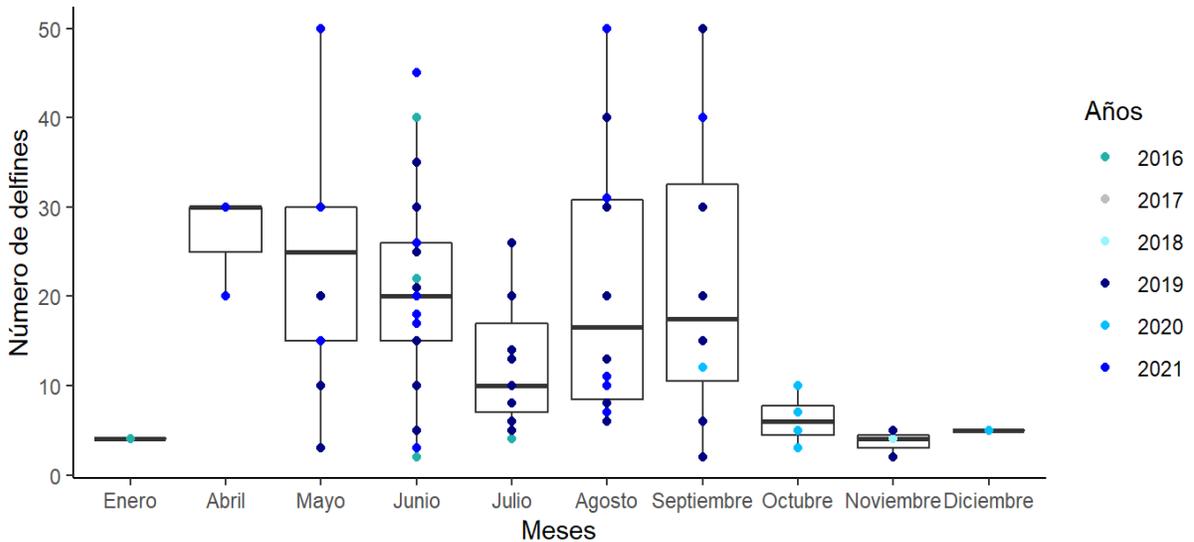


Figura 13. Tamaño de los grupos intra-anual para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Enero}} = 1$  grupo,  $n_{\text{Abril}} = 3$  grupos,  $n_{\text{Mayo}} = 10$  grupos,  $n_{\text{Junio}} = 17$  grupos,  $n_{\text{Julio}} = 11$  grupos,  $n_{\text{Agosto}} = 14$  grupos,  $n_{\text{Septiembre}} = 8$  grupos,  $n_{\text{Octubre}} = 4$  grupos,  $n_{\text{Noviembre}} = 3$  grupos,  $n_{\text{Diciembre}} = 1$  grupo; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

### **7.3. Composición de edad**

La composición de los grupos de tursiones en La Ensenada de La Paz durante el periodo 2016 a 2021 de acuerdo a la etapa de desarrollo de los individuos, se formó por las cuatro etapas propuestas (Tabla II); adultos, jóvenes, crías y recién nacidos. En el presente estudio se observó un total de 1,447 delfines, de los cuales 1,341 fueron delfines adultos y 106 fueron delfines no adultos; 35 jóvenes, 65 crías y 6 recién nacidos.

#### **7.3.1. Tamaño de grupo por composición de edad**

Se identificaron dos tipos de grupos de acuerdo con su composición; 19 grupos con individuos en etapa adulta (26%) y 53 grupos mixtos (74%). Los grupos conformados solo individuos en etapa adulta tuvieron una variación; el tamaño de grupo fluctuó de 2 a 30 delfines, la variación principal fue entre 2 a 10 delfines y con un valor atípico de hasta 40 delfines por grupo. Por otro lado, los grupos mixtos tuvieron una variación uniforme de entre 2 a 50 delfines por grupo (Fig. 14).

La comparación entre el tamaño de los grupos de solo adultos y grupos mixtos de tursiones, mostró diferencias significativas ( $MW, W=430.5, p=0.001$ ). Las agrupaciones de solo adultos presentaron una mediana de 5 ( $RIQ\ 19$ ) delfines, mientras que las agrupaciones mixtas presentaron una mediana de 20 ( $RIQ\ 20$ ) delfines (Fig. 14).

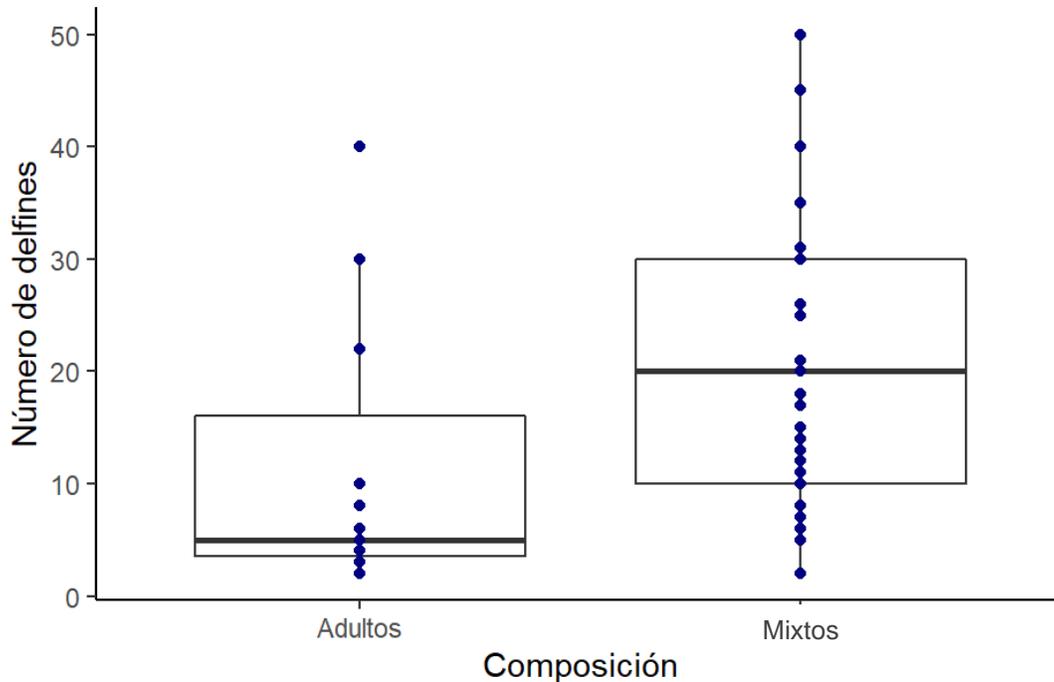


Figura 14. Tamaño de los grupos por composición para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Adultos}} = 19$  grupos,  $n_{\text{Mixtos}} = 53$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

### 7.3.2. Proporción de delfines por etapa de desarrollo

La proporción de delfines en los grupos por etapa de desarrollo (Fig. 15) se obtuvo utilizando los datos de los grupos mixtos (53 grupos). Los delfines en etapa adulta ocuparon la mayor proporción (88.80%), comparado con los delfines en etapa no adulta (11.20%). Dentro de esta última clasificación, las crías ocuparon el primer lugar (06.51%), posteriormente los jóvenes (04.29%) y por último los recién nacidos (0.40%).

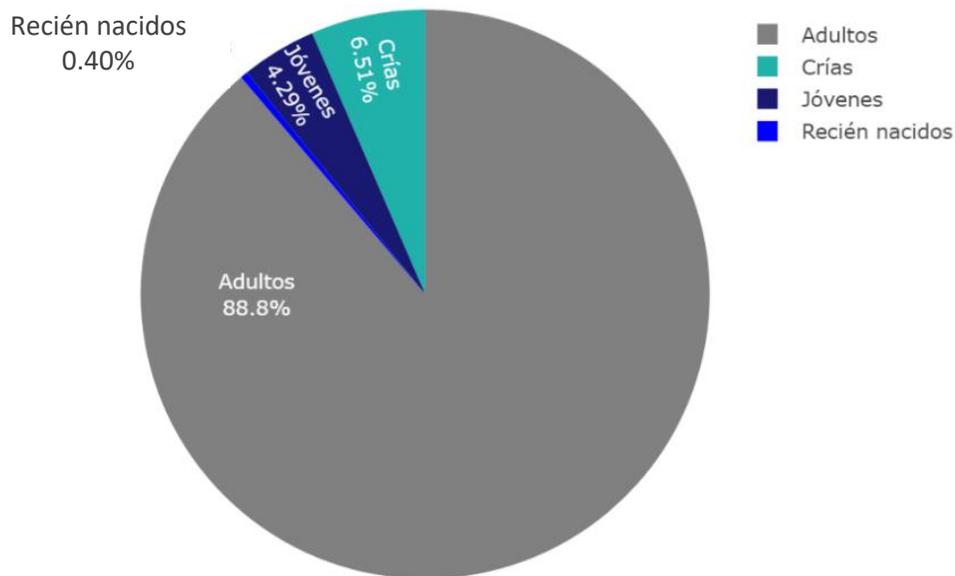


Figura 15. Proporción de las etapas de desarrollo en los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., durante el periodo 2016-2021 (n = 53 grupos mixtos).

### 7.3.3. Número de delfines no adultos por grupo

Los delfines en etapa adulta fueron observados en todos los avistamientos y en todos los años (Tabla VI). Mientras que los delfines en etapa no adulta se observaron en casi todos los años exceptuando el año 2018 (Fig. 16). Los delfines en etapa de jóvenes y crías se observaron en los años 2016, 2017, 2019, 2020 y 2021, mientras que la etapa de recién nacidos solo se observó en los años 2019 y 2021 (Fig. 16). Dentro de la categoría de delfines no adultos, las crías fueron la etapa de desarrollo más observada (65 delfines), seguida de los jóvenes (35 delfines) y por último los recién nacidos (6 delfines). En cuanto al número de observaciones por año, 2019 fue donde más observaciones de todas las etapas de desarrollo se hicieron, seguida del año 2021 (Fig. 16).

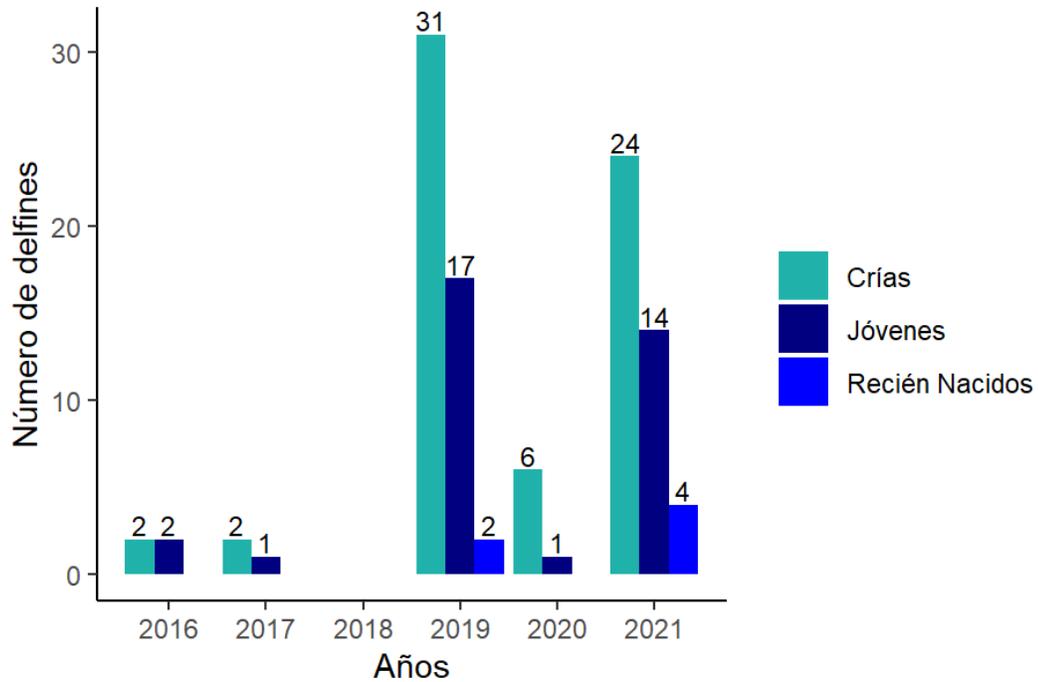


Figura 16. Número de delfines no adultos observados por año en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n = 106$  delfines;  $n_{\text{Jóvenes}} = 35$ ,  $n_{\text{Crías}} = 65$ ,  $n_{\text{Recién nacidos}} = 6$ ).

El número de delfines en etapa no adulta en los grupos varió con respecto a la etapa de desarrollo; un joven por grupo, con valores atípicos de hasta dos y tres jóvenes, una a tres crías por grupo, con valores atípicos de hasta cuatro crías, y un recién nacidos por grupo, con un valor atípico de hasta dos recién nacidos (Fig. 17). Por otro lado, las medianas para cada etapa de desarrollo no tuvieron variación; 1 (*RIQ 0*) joven por grupo, 1 (*RIQ 1*) cría por grupo y 1 (*RIQ 0.5*) recién nacido por grupo (Fig. 17).

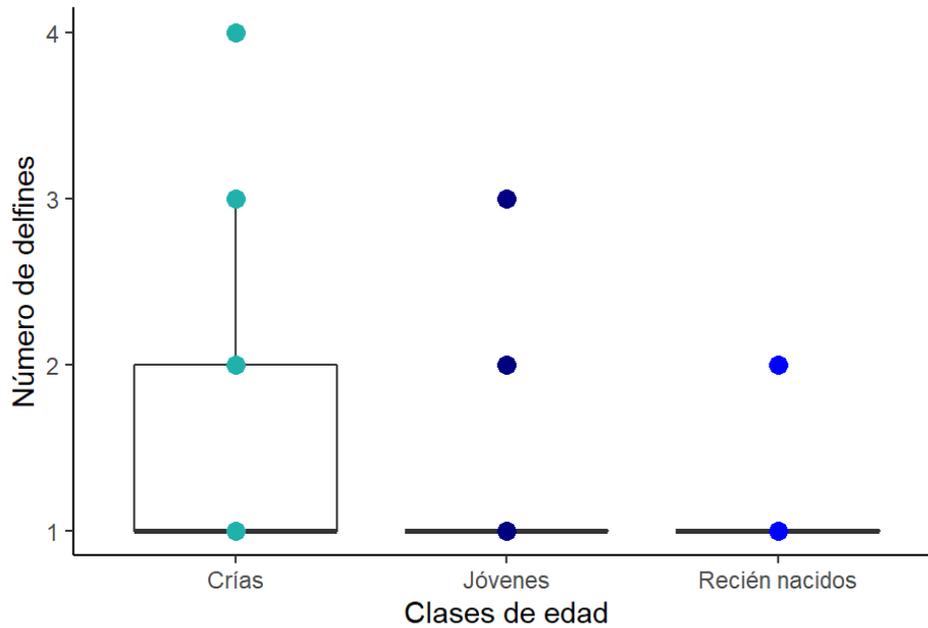


Figura 17. Delfines no adultos observados por grupo en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021. ( $n_{\text{Jóvenes}} = 30$  grupos,  $n_{\text{Crías}} = 44$  grupos,  $n_{\text{Recién nacidos}} = 5$  grupos; la caja muestra la variación entre Q2 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

#### 7.3.4. Avistamientos con delfines en etapa no adulta por grupo

El número de avistamientos de grupos con delfines en etapa no adulta (jóvenes, crías y recién nacidos) por año fue mayor en 2019 y 2021 (Fig. 18.A). Las crías fueron las más avistadas, se observó hasta cuatro de ellas por grupo en el año 2019 y tres crías por grupo en los años 2020 y 2021. El número de jóvenes avistados por grupo fue mayor en el año 2021 con hasta tres jóvenes. Mientras que el número de recién nacidos fue de hasta dos por grupo en el año 2019 (Fig. 18.A).

El número de avistamientos con delfines no adultos por temporada (Fig. 18.B) fue mayor en la temporada cálida, donde se observaron hasta cuatro crías por grupo, tres jóvenes por grupo y dos recién nacidos por grupo. Para la temporada templada, se observó hasta tres crías por grupo, un joven por grupo y un recién nacido por grupo (Fig. 18.B)

El número de avistamientos con delfines no adultos por mes (Fig. 18.C) fue mayor en mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Se observaron jóvenes en los meses de mayo a septiembre, noviembre y diciembre; en junio se observaron hasta tres jóvenes por grupo. Los

avistamientos de crías fueron en los meses de abril a octubre; hasta cuatro crías por grupo en julio y agosto. Por último, los avistamientos de recién nacidos se hicieron en los meses de mayo, junio y agosto; en junio se observaron hasta dos recién nacidos por grupo.

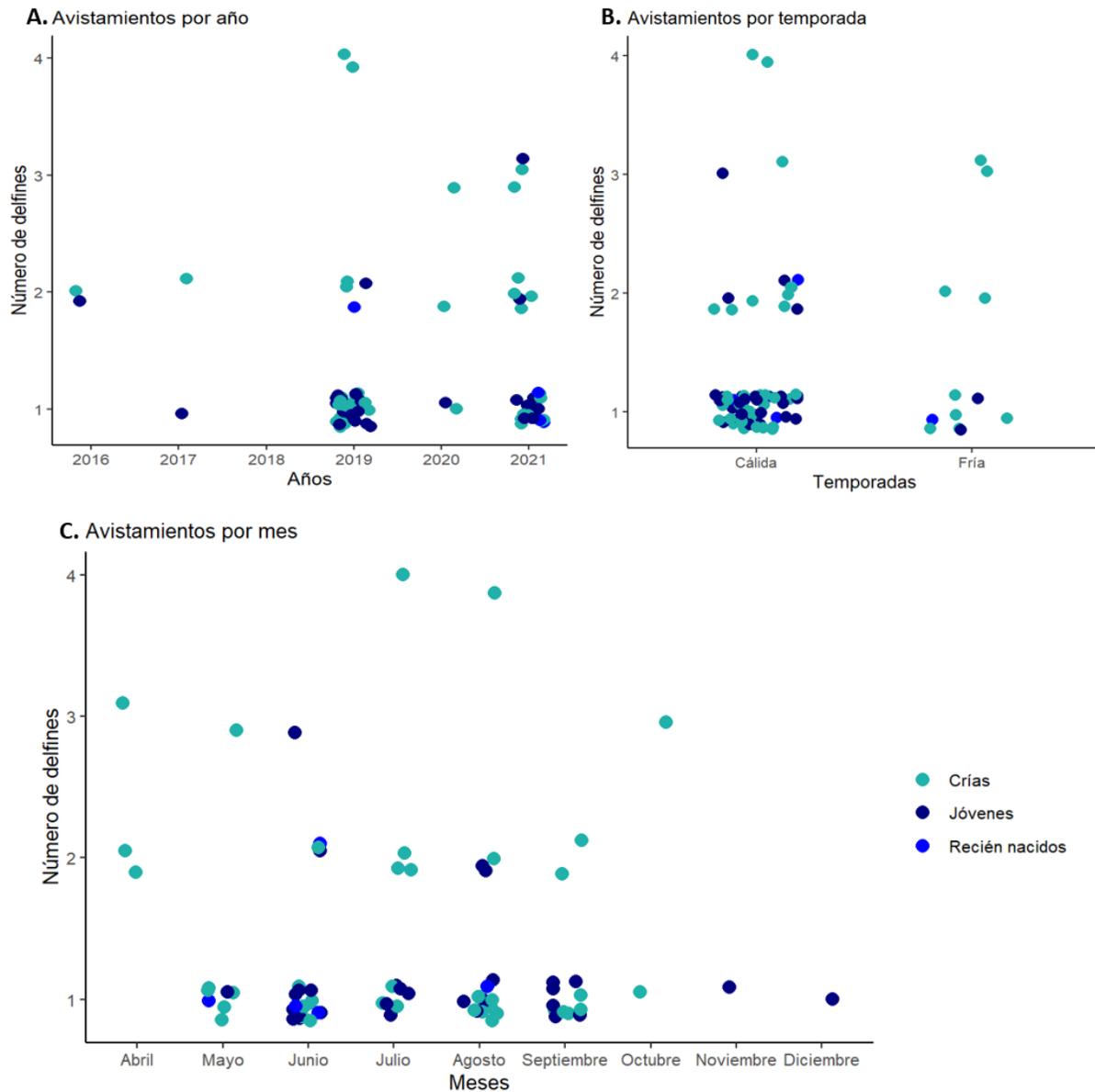


Figura 18. Número de avistamientos de delfines en etapa no adulta; avistamientos por años (A), avistamientos por temporada (B) y avistamientos por mes (C) dentro de los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (A:  $n_{2016} = 2$  avistamientos,  $n_{2017} = 2$  avistamientos,  $n_{2019} = 40$  avistamientos,  $n_{2020} = 7$  avistamientos,  $n_{2021} = 42$  avistamientos; B:  $n_{Cálida} = 67$  avistamientos,  $n_{Fría} = 12$  avistamientos; C:  $n_{Abril} = 3$  avistamientos,  $n_{Mayo} = 8$  avistamientos,  $n_{Junio} = 21$  avistamientos,  $n_{Julio} = 12$  avistamientos,  $n_{Agosto} = 18$  avistamientos,  $n_{Septiembre} = 13$  avistamientos,  $n_{Octubre} = 2$ ,  $n_{Noviembre} = 1$  avistamiento,  $n_{Diciembre} = 1$  avistamiento).

#### 7.4. Pares madre-cría

El tamaño de los grupos que si incluyeron madres con cría fue el siguiente: una madre-cría entre seis a cincuenta delfines, dos madre-cría entre ocho a cincuenta delfines, tres madre-cría entre diez a treinta delfines y cuatro madre-cría entre trece y cincuenta delfines.

Se observaron hasta cuatro madres con cría por grupo y se identificó que, a mayor número de madres con cría, el tamaño mínimo de los grupos es mayor. Al compararse el tamaño de los grupos de tursiones (se omitieron los grupos con tres y cuatro madres con crías por tener menos de cinco avistamientos) se encontró que existieron diferencias significativas ( $KW, H=12.51, p=0.002$ ). Utilizando el método de comparación de parejas de Tukey, se encontró que la diferencia está en el grupo sin madres con cría, que fue significativamente menor del resto de los grupos que sí las presentaron. La diferencia también se contrasta con las medianas del tamaño de grupo: sin madres con cría (5.5 *RIQ* 16.75 delfines), una madre con cría (18 *RIQ* 20 delfines) y dos madres con cría (23 *RIQ* 14.50 delfines) (Fig. 19).

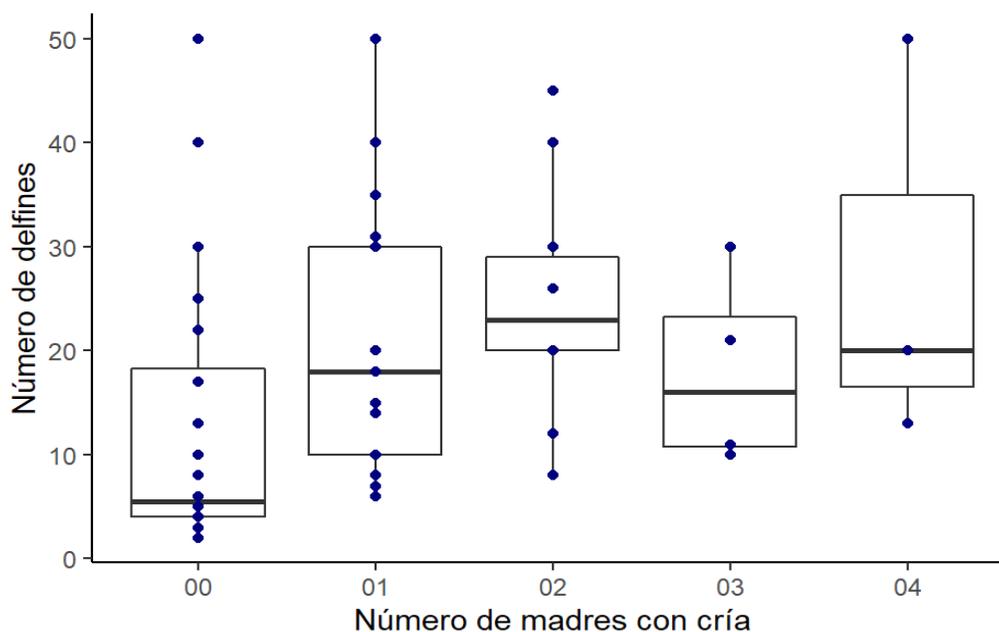


Figura 19. Tamaño de los grupos con respecto al número de madres con cría para los tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{00} = 28$  grupos,  $n_{01} = 27$  grupos,  $n_{02} = 20$  grupos,  $n_{03} = 4$  grupos,  $n_{04} = 3$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo; puntos azules fuera de la línea negra vertical = valores atípicos).

## 7.5. Comportamiento

### 7.5.1. Tamaño de grupos por comportamiento

Se observaron en los tursiones cuatro de los cinco comportamientos propuestos en el listado (Tabla III). Los delfines realizaron hasta 3 comportamientos diferentes por avistamiento creando combinaciones entre cualquiera de los cuatro comportamientos; alimentación, nado sin rumbo, navegación y socialización (Fig. 20). El tamaño de grupo de los tursiones varió homogéneamente entre 2 a 50 delfines cuando se encontraban alimentándose, nadando sin rumbo y/o navegando, mientras que el tamaño de los grupos fue de entre 26 a 30 delfines cuando se encontraban socializando (Fig. 20). Al compararse el tamaño de grupo por comportamiento realizado (exceptuando socialización por el tamaño de muestra) no se encontraron diferencias significativas ( $KW, H=3.38, p=0.184$ ), las medianas para el tamaño de grupo durante cada comportamiento fueron alimentación con 25.5 ( $RIC\ 23.75$ ) delfines por grupo, nado sin rumbo con 20 ( $RIC\ 20$ ) delfines por grupo y navegación con 15 ( $RIC\ 23$ ) delfines por grupo.

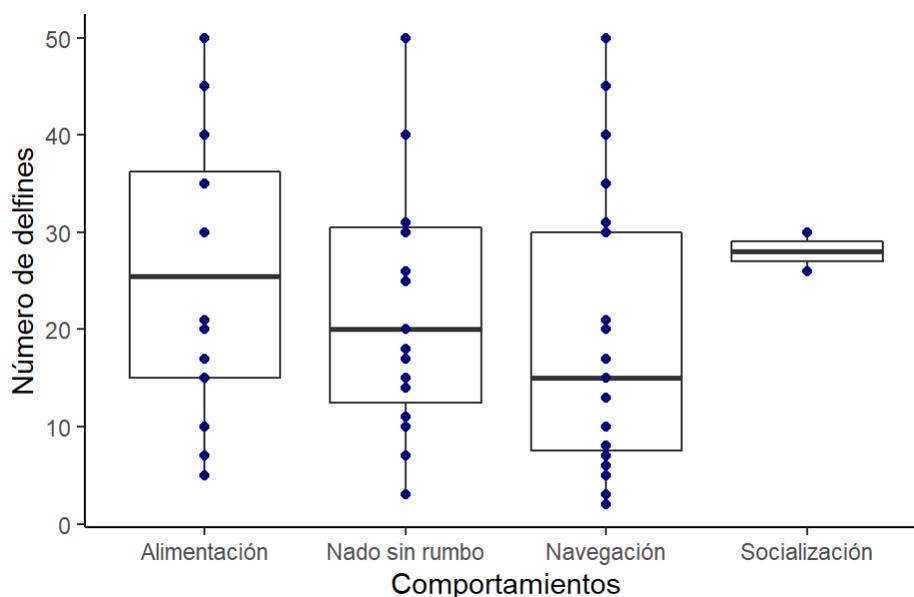


Figura 20. Tamaño de los grupos por comportamiento para los grupos de tursiones observados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{Alimentación} = 24$  grupos,  $n_{Nado\ sin\ rumbo} = 23$  grupos,  $n_{Navegación} = 39$  grupos,  $n_{Socialización} = 2$  grupos; la caja muestra la variación entre Q1 y Q3; línea negra horizontal = valor de la mediana; línea negra vertical = rango mínimo a máximo; puntos azules = tamaño de cada grupo).

### 7.5.2. Proporción de comportamientos

Durante el presente estudio se observó que algunos comportamientos realizados por los tursiones predominan más que otros dentro de los grupos (Fig. 21); la observación del comportamiento de navegación fue predominante sobre las demás (44.3%), la observación de los comportamientos de alimentación (27.3%) y nado sin rumbo (26.1%) fue semejante, y el comportamiento de socialización (2.27%) fue el menos observado.

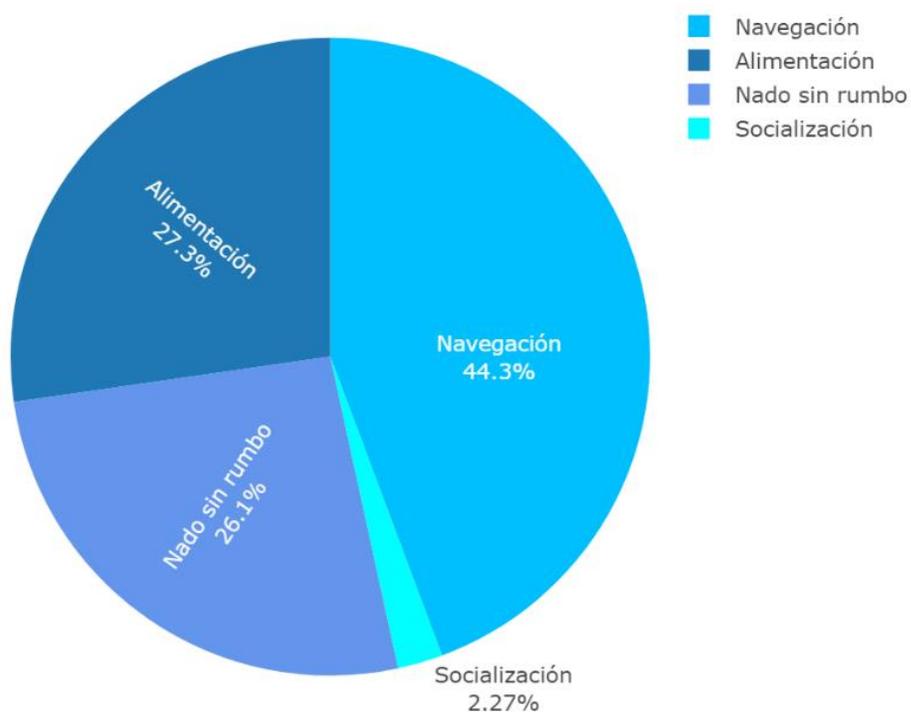


Figura 21. Proporción de los comportamientos observados en los grupos de tursiones registrados en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 72 grupos).

Se obtuvo la proporción de los comportamientos realizados por los tursiones dentro de las agrupaciones compactas y dispersas (Fig. 22). El comportamiento de navegación fue el más observado en ambos tipos de grupos y el menos observado fue socialización, en los grupos con formación compacta ocupó el 50% del comportamiento, el otro 50% estuvo compuesto por nado sin rumbo (26.7%), alimentación (20%) y socialización (3.33%). En los grupos con formación dispersa, el comportamiento de navegación fue observado en una tercera parte (35.4%), seguido de alimentación (31.3%), nado sin rumbo (31.3%) y socialización (2.08%).

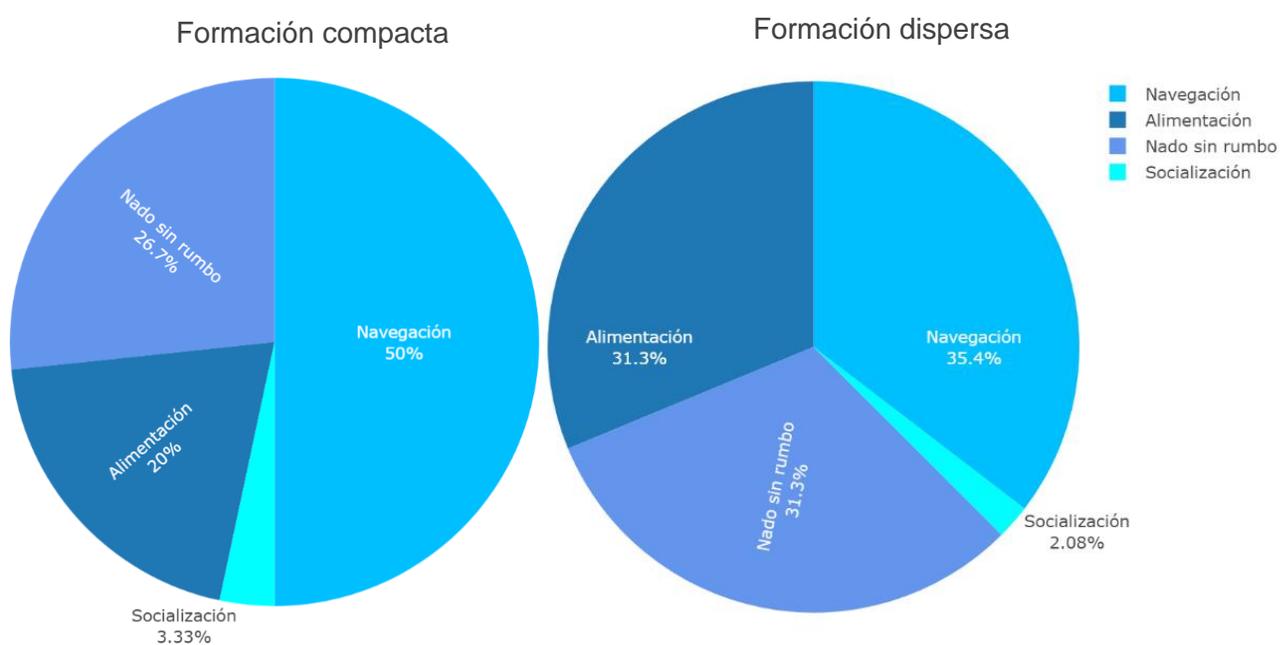


Figura 22. Proporción de los comportamientos registrados en las agrupaciones compactas y dispersas de tursiones en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Formación compacta}} = 28$  grupos;  $n_{\text{Formación dispersa}} = 26$  grupos).

Se obtuvo la proporción de los comportamientos realizados por los tursiones dentro de los grupos de adultos y los grupos mixtos (Fig. 23). El comportamiento de navegación fue el más observado en ambos tipos de grupos, mientras que la socialización se observó únicamente en los grupos mixtos. En los grupos de adultos, se observaron tres tipos de conducta; navegación en un 57.1%, seguido de alimentación con un 28.6% y el menos observado fue nado sin rumbo con 14.3%. Por otro lado, en los grupos mixtos se observó el comportamiento de navegación en 41.9%, la observación de los comportamientos nado sin rumbo (28.4%) y alimentación (27%) fue semejante, y la socialización se observó de manera mínima en un 2.7%.

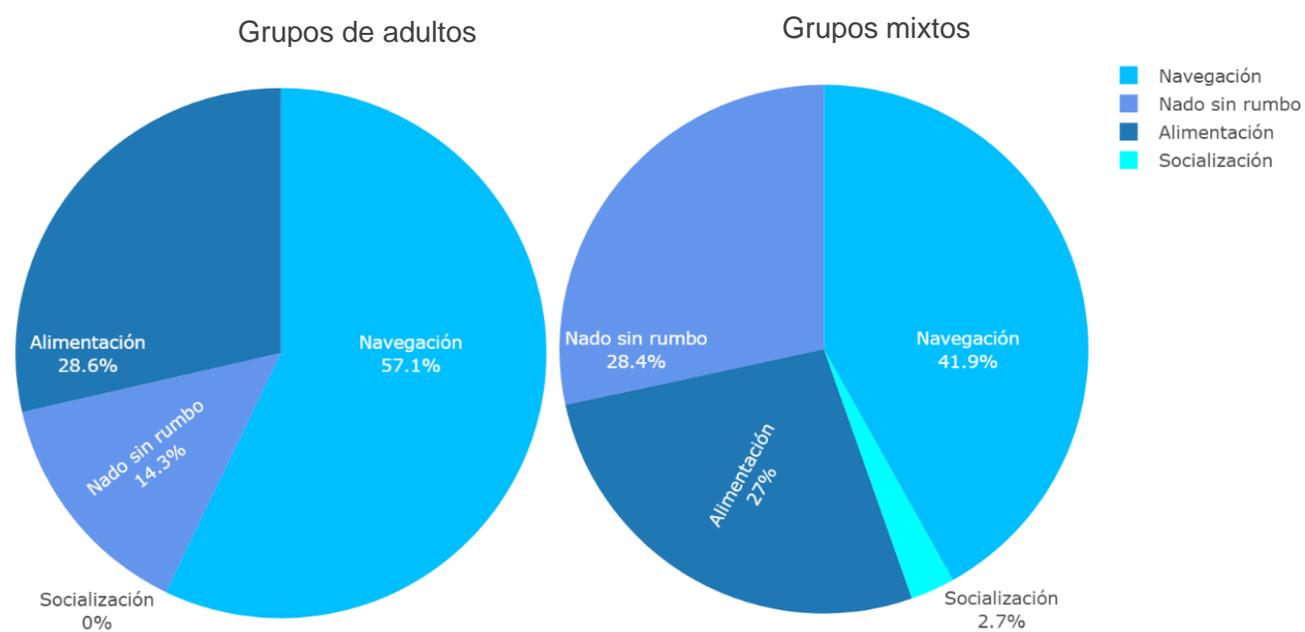


Figura 23. Proporción de los comportamientos observados en los grupos de adultos y los grupos mixtos de tursiones en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Adultos}} = 19$  grupos;  $n_{\text{Mixtos}} = 53$  grupos).

## 7.6. Foto-identificación

### 7.6.1. Individuos foto-identificados

Se identificaron a un total de 147 delfines adultos en La Ensenada de La Paz durante el periodo 2016 a 2021. El número de individuos foto-identificados por año (Fig. 24) fue mayor para el año 2021 con 105 delfines, le siguió el año 2019 con 98 delfines y el año 2016 con 68 delfines. En el año 2020 se identificaron 16 delfines, mismos que fueron observados desde 2018 hasta 2021 (Fig. 25). En los años 2017 y 2018 se identificaron 8 y 9 delfines respectivamente (Fig. 24).

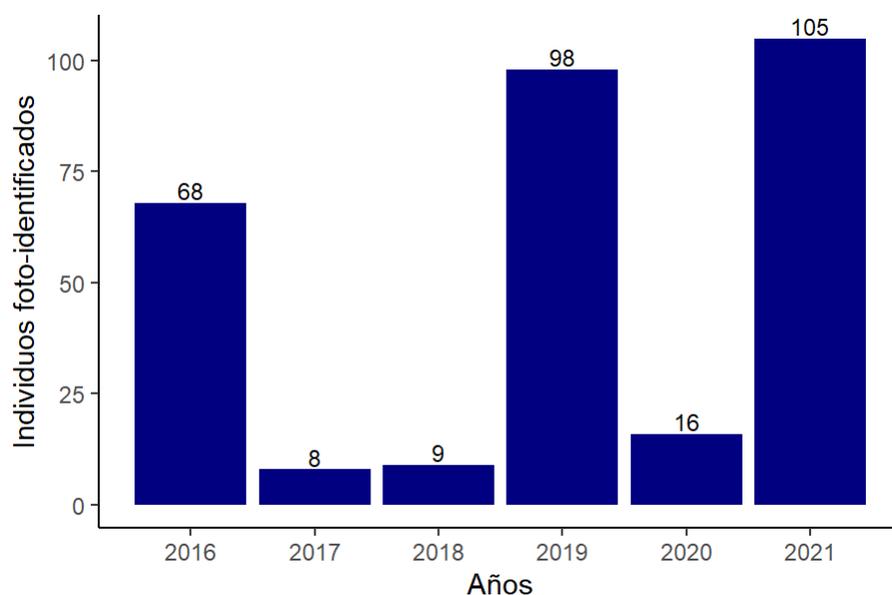


Figura 24. Número de capturas y el número de individuos-foto-identificados por años en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Individuos}} = 147$ ).

### 7.6.2. Curvas de descubrimiento

La curva de descubrimiento para el número de tursiones foto-identificados durante el presente estudio (periodo 2016 a 2021) (Fig. 25) exhibió que durante el primer año de muestreo (2016) se identificaron 65 individuos, en el cuarto año de muestreo (2019) 65 individuos más. No se identificaron nuevos individuos en el quinto año de muestreo (2020) y para el último año de muestreo (2021), se identificaron 17 individuos más. El 88% (130 individuos) de los tursiones foto-



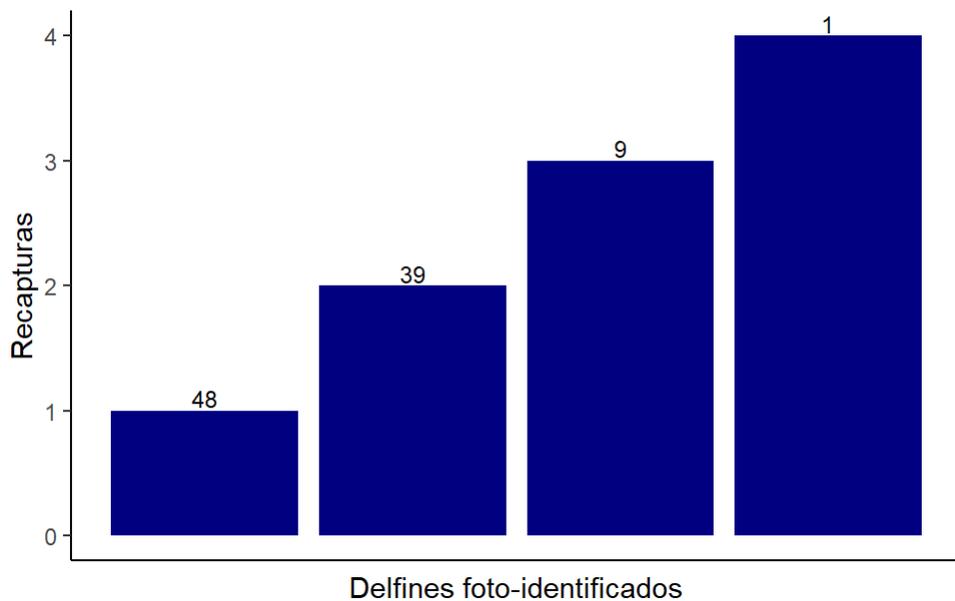


Figura 26. Número de delfines foto-identificados con recapturas anuales en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Individuos}} = 97$ ).

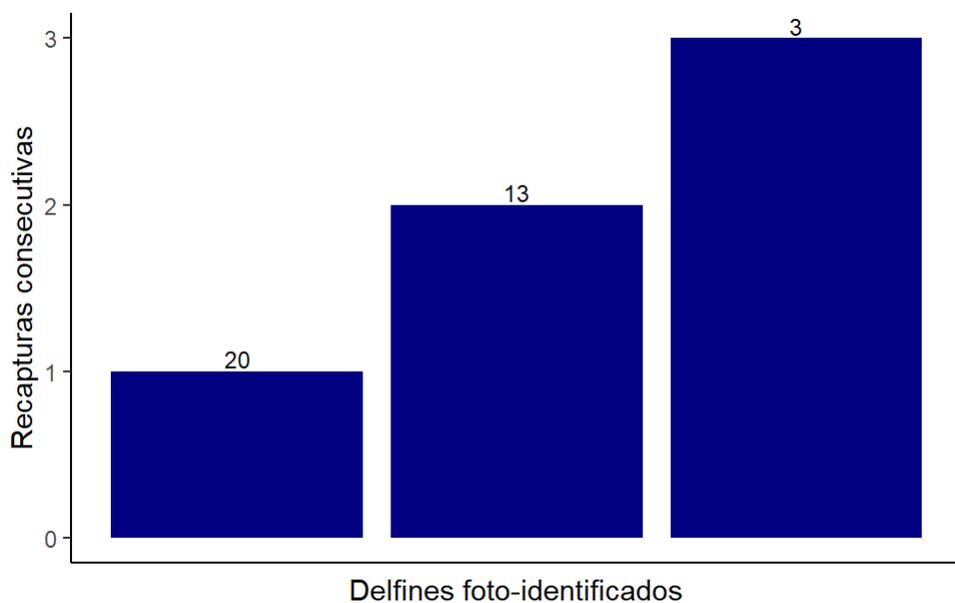


Figura 27. Número de delfines foto-identificados con recapturas anuales consecutivas en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 ( $n_{\text{Individuos}} = 36$ ).

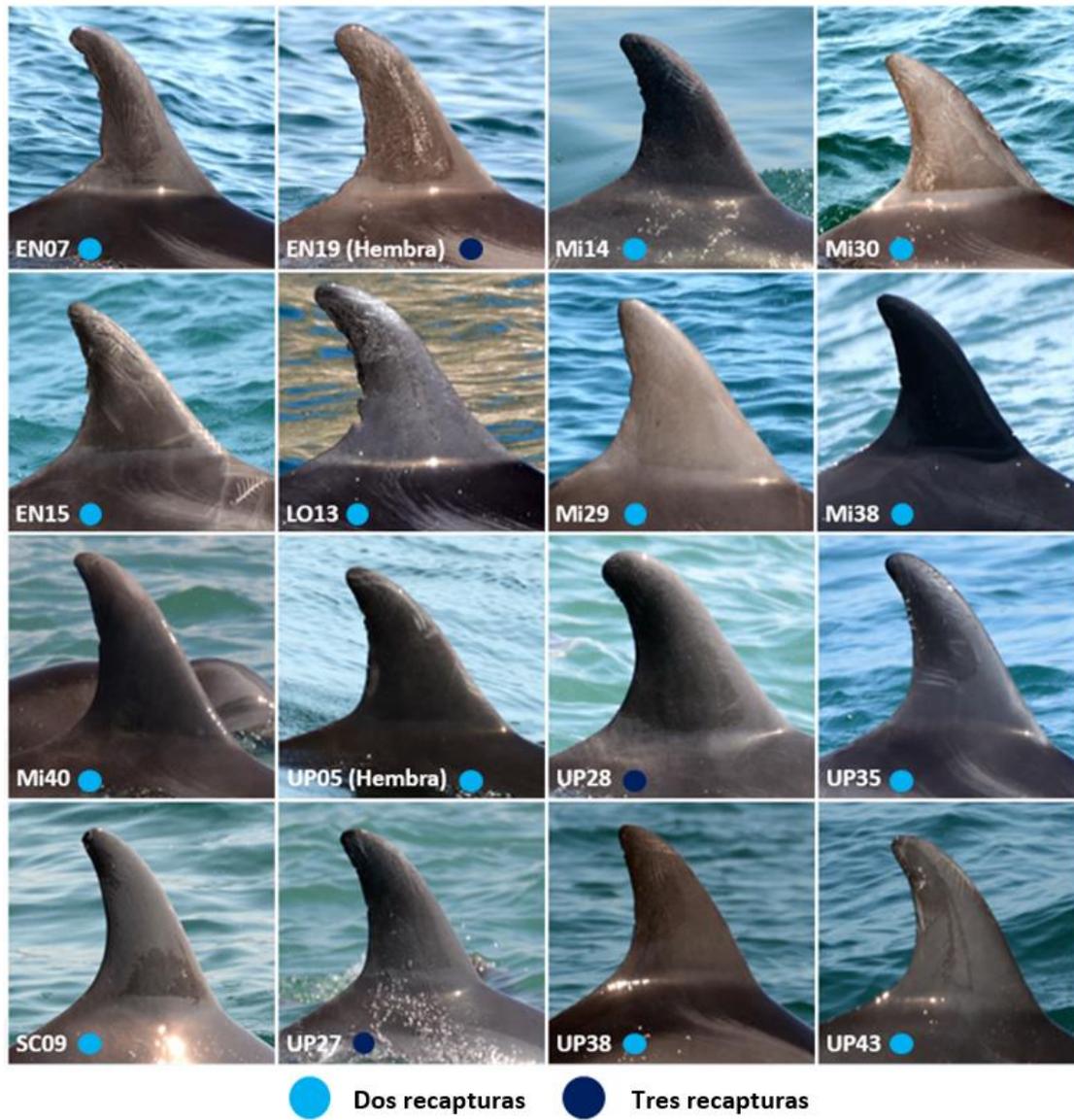


Figura 28. Individuos-foto-identificados con dos o más recapturas consecutivas en La Ensenada de La Paz, B.C.S., 2016-2021 (n = 16 delfines).

### 7.6.3. Eficiencia de foto-identificación

La eficiencia general de la técnica de foto-identificación (Tabla VI) para este estudio fue del 38%, el número de fotos tomadas para este estudio fue 6,267 y el número de fotos exitosas fue 2,385. La eficiencia de foto-identificación fue mayor en el año 2019 con 41.56% y menor en el año 2016 con 24.58%.

La eficiencia general de individualización (Tabla VII) para este estudio fue de 69.35%, el número total de identificaciones fue 930 y el total de adultos avistados fue 1,341. La eficiencia de individualización fue mayor en el 2017 con el 100% y en el año 2020 con 95.23%, mientras que en las más baja fue en el año 2018 con 26.47%.

Tabla VI. Eficiencia de foto-identificación de los tursiones

<b>Años</b>	<b>Número de fotos tomadas</b>	<b>Número de fotos exitosas</b>	<b>Eficiencia de la foto-identificación</b>
2016	720	177	24.58%
2017	31	8	25.80%
2018	66	24	36.36%
2019	2,382	990	41.56%
2020	605	205	33.88%
2021	2,494	989	39.65%
General	6,267	2,385	38%

Tabla VII. Eficiencia de individualización de los tursiones

<b>Años</b>	<b>Número de identificaciones</b>	<b>Número de adultos avistados</b>	<b>Eficiencia de individualización</b>
2016	93	152	61.18%
2017	8	8	100%
2018	9	34	26.47%
2019	428	615	70%
2020	40	42	95.23%
2021	352	490	71.83%
General	930	1,341	69.35%

## 7.7. Estructura social

### 7.7.1. Análisis de asociación

En el presente estudio se foto-identificó un total de 147 delfines adultos diferentes y se observaron 930 asociaciones entre pares de individuos, al hacer la restricción a individuos que se han observado al menos cinco veces en los periodos “2016-2021” y “2019-2021” se identificaron 84 y 79 individuos foto-identificados respectivamente (Fig. 29). Debido a heterogeneidad del muestreo, los análisis de asociación se hicieron con los datos del periodo 2019-2021.

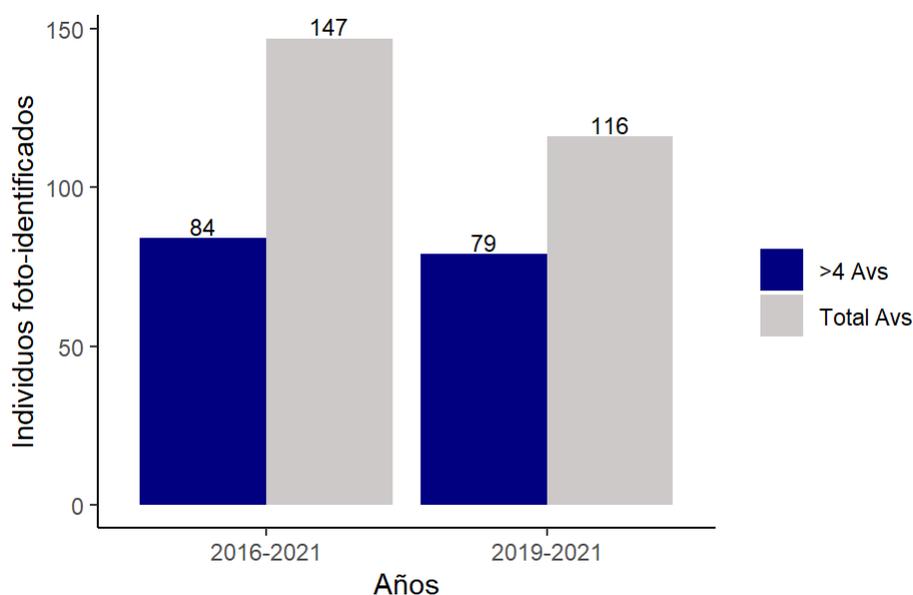


Figura 29. Individuos foto-identificados por periodo de tiempo (2016-2021 y 2019-2021) y número de avistamientos en La Ensenada de La Paz, B.C.S.

### 7.7.2. Patrones de asociación y sociogramas

Se obtuvo el promedio de los coeficientes de asociación (CDA) para los 79 delfines (periodo 2019-2021) utilizados en el análisis de asociación; el promedio general fue de 0.23 ( $\pm$  0.07 DE) y al usar las asociaciones no nulas (i.e., ocasionales, moderadas etc.), el promedio máximo fue de 0.68 ( $\pm$  0.11 DE).

El histograma de coeficientes de asociación no nula con respecto a la fuerza de asociación dictada por el HWI (Tabla IV) para este mismo periodo (Fig. 30), exhibe que el 60% de los delfines (48 individuos) tiene asociaciones moderadas, el 25% (20 individuos) presenta asociaciones regulares y el 10% (11 individuos) presenta asociaciones fuertes.

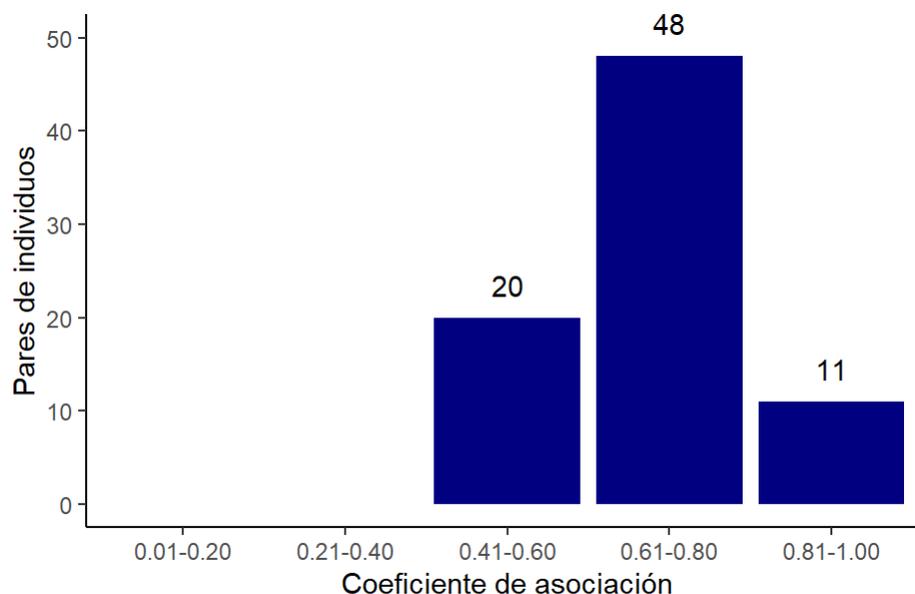


Figura 30. Histograma de los coeficientes de asociación no nula entre pares de delfines foto-identificados al menos cinco veces durante el periodo 2019-2021 (n = 79 delfines).

El análisis de diferenciación social para el 2019-2021 indicó una sociedad de tursiones diferenciada  $0.38 (\pm 0.11 DE)$ . Por otro lado, el coeficiente de correlación entre los índices de asociación verdaderos y estimados para este mismo periodo indicó que la fuerza del análisis para determinar la diferenciación social fue moderadamente fiable  $0.46 (\pm 0.06 DE)$ , técnica Bootstrap con 20,000 réplicas).

Se observaron conexiones entre la mayoría de los individuos dentro de la red de asociación; sin embargo, se construyeron los sociogramas representativos de las asociaciones cuyo CDA fuese al menos moderado ( $> 0.4$ ) para así evitar sesgos visuales. La estructura social de los tursiones representada en el sociograma con arreglo de escala multidimensional (Fig. 31) representó la red social para el periodo “2019-2021” en ella se observaron dos grupos

principales. El Grupo A, que estuvo conformado por muchos individuos (64 delfines), donde los valores de CDA fueron principalmente entre regulares a moderadas y todos presentaron diversas asociaciones entre sí. Mientras que, en el Grupo B, la red se segmentó en tres subgrupos; el 2.1: conformado por seis delfines (EN19, Mi38, Mi40, UP27, UP28 y UP35), el 2.2: conformado por tres delfines (SC08, UP33 y UP34) y el 2.3: conformado por seis delfines (LO13, Mi29, Mi30, SC09, UP38 y UP43). Los delfines de los subgrupos presentaron CDA moderados a fuertes. Es notable que ambos grupos (1 y 2) no se encuentran del todo separados entre sí, algunos delfines como UP35 (del subgrupo 2.1) y UP43 (del subgrupo 2.3) están asociados con un individuo del grupo 1, mientras que EN19 (del subgrupo 2.1) está asociado con los tres subgrupos del grupo 2 y tiene asociaciones hasta con 7 individuos del grupo 1 (Fig. 31).

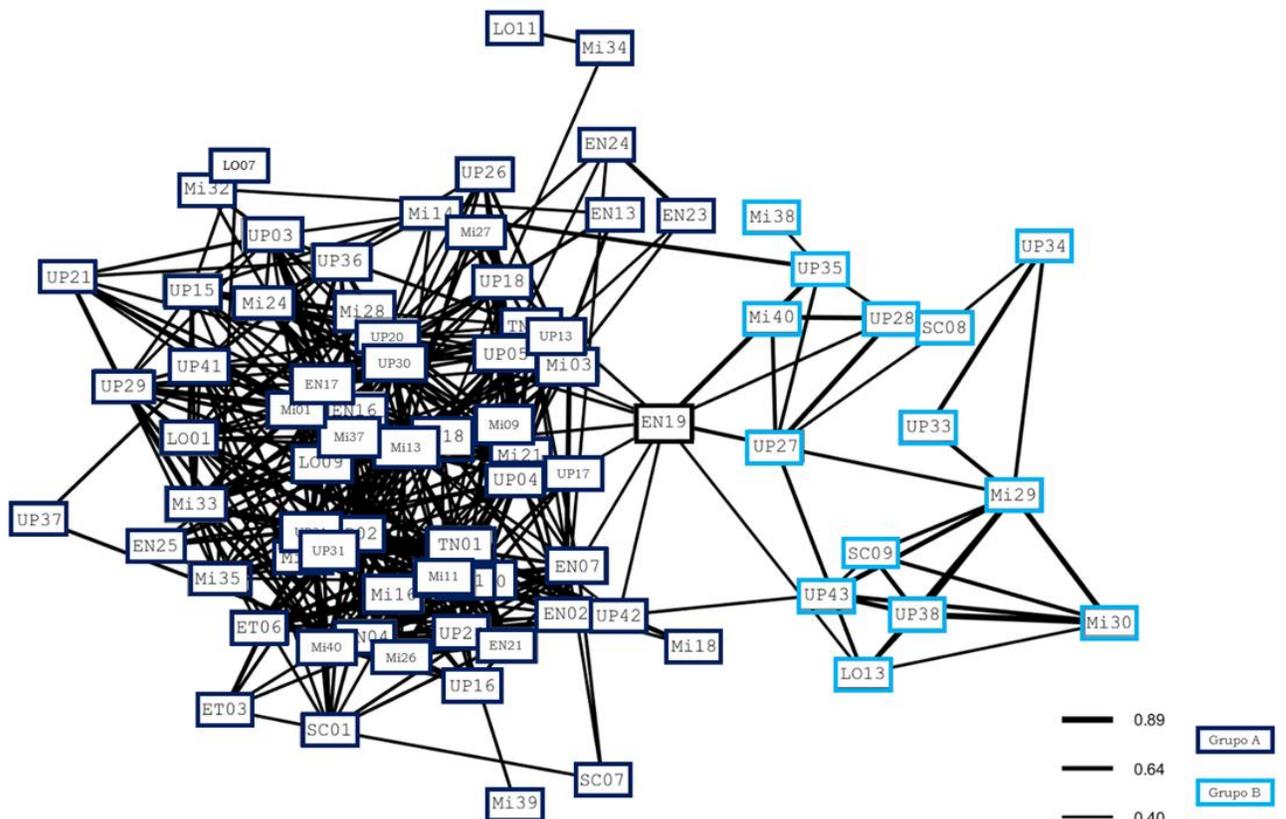


Figura 31. Sociograma con arreglo de escala multidimensional de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. 2019-2021. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grosor de las mismas líneas.

La estructura social de los tursiones exhibida en cada año del periodo “2019-2021” se representó en sociogramas con arreglo circular, para los años 2019 y 2021 se utilizaron los individuos observados al menos cinco veces y que presentasen asociaciones con un CDA > 0.4, mientras que para el año 2020 solo se utilizó la restricción del CDA > 0.4.

Durante el año 2019 se foto-identificó un total de 98 delfines, de los cuales 46 se ajustaron a las restricciones del sociograma, la red social (Fig. 32) exhibió dos subgrupos grandes con CDA moderadas y fuertes (marcados en color azul); parte superior derecha con 8 delfines (EN21, EN20, Mi11, Mi16, ET01, ET06, UP02, TN01) y parte inferior izquierda con 13 delfines (EN17, UP03, Mi37, UP30, Mi13, UP20, UP17, EN18, EN16, Mi01, UP21, UP41, UP36), los demás delfines están relacionados con al menos otro delfín, algunos presentan asociaciones hasta con diez individuos, pero no se encuentran los unos al lado de los otros (p. ej. LO01, Mi24, EN25).

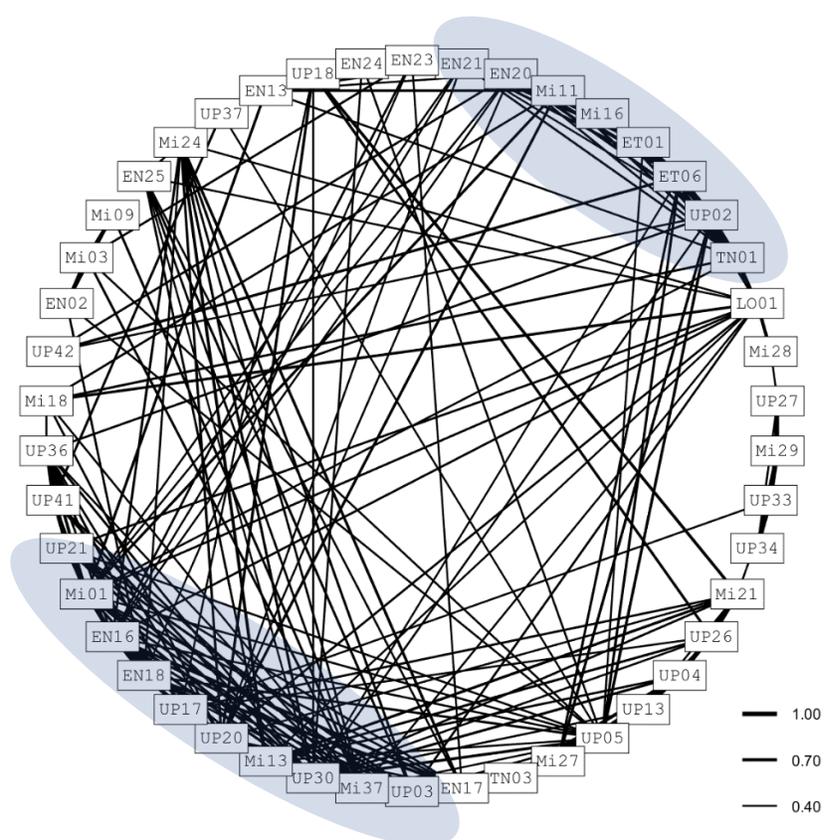


Figura 32. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2019. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grosor de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan los dos subgrupos principales con un índice de CDA moderado a fuerte (n = 46).

Durante el año 2020 se foto-identificó un total de 16 delfines, la red social (Fig. 33) exhibió dos subgrupos cada uno con 5 delfines con CDA fuertes (marcados en color azul); parte superior derecha (EN19, EN15, Mi14, UP35, EN07) y parte inferior izquierda (UP43, UP38, SC09, Mi30, Mi29). Los demás delfines están relacionados con al menos otro delfín, donde LO13 presenta asociaciones hasta con 13 individuos y sus CDA son moderadas.

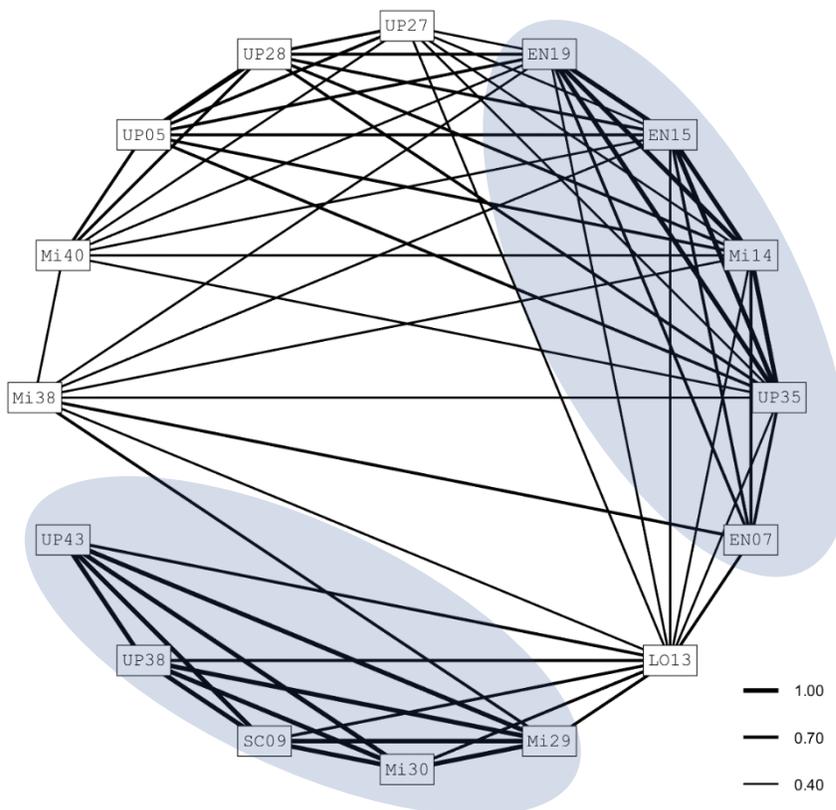


Figura 33. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2020. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan los dos subgrupos principales con un índice de CDA fuerte (n = 16).

Durante el año 20121 se foto-identificó un total de 105 delfines, de los cuales 26 se ajustaron a las restricciones del sociograma, la red social (Fig. 34) exhibió que los delfines presentaron asociaciones con muchos otros delfines, se observó un subgrupo (marcado en color azul) en el lado inferior derecho con CDA moderado a fuerte (EN19, UP13, UP20, UP05), pero, la mayoría estuvo asociado con al menos otros cinco individuos y CDA moderado.

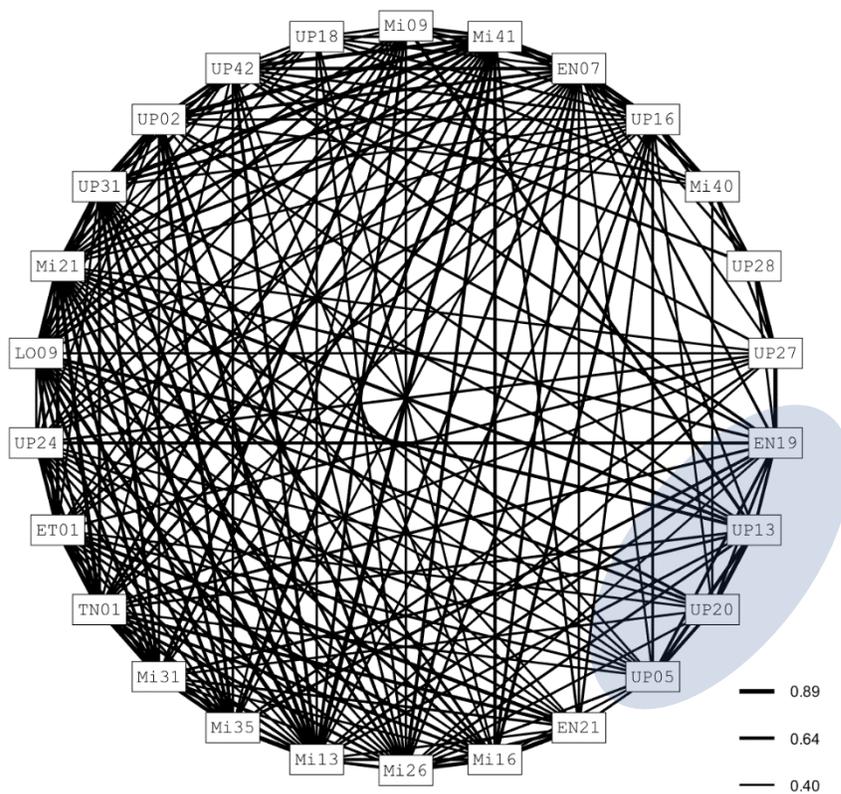


Figura 34. Sociograma circular de los delfines foto-identificados en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el año 2021. Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación (CDA > 0.4) es representado por el grueso de las mismas líneas. Los individuos contorneados de color azul representan al subgrupo principal con un índice de CDA moderado a fuerte (n = 26).

### 7.7.3. Análisis de conglomerados y validación de dendograma

Los análisis de validación del dendograma 1 (Fig. 35) correspondiente al periodo 2019-2021 indicaron que la separación jerárquica de los individuos y la segmentación de los grupos fue confiable. El coeficiente de correlación cofenética ( $CCC = 0.72$ ) fue cercano al valor confiable (i.e. 0.8), mientras que el coeficiente de modularidad-G ( $Q = 0.31$ ) fue confiable (i.e.  $> 0.3$ ).

El dendograma 1 (Fig. 35) dividió a los delfines en cuatro grupos; de los 79 delfines utilizados en este análisis, 16 (20%) estuvieron en el grupo A, 4 (6%) en el B, 2 (3%) en el C y 57 (72%) en el D.

Los grupos A, C y D estuvieron compuestos por delfines cuyas asociaciones fueron al menos ocasionales ( $CDA > 0.21$ ). En el dendograma también se observan agregaciones dentro de los grupos, por lo que se consideró como subgrupos a aquellos individuos que tuvieran un  $CDA > 0.3$  entre sí. Predominaron las asociaciones regulares ( $CDA = 0.41-0.60$ ) y las asociaciones moderadas ( $CDA = 0.61-0.80$ ). Asimismo, se encontraron cinco pares de individuos con una asociación fuerte ( $CDA > 0.8$ ) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Asociaciones fuertes ( $CDA > 0.8$ ) entre pares de individuos observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021.

<b>Individuos</b>	<b>Grupo</b>
UP38-Mi29	Grupo A
UP29-Mi33	Grupo D
Mi01-EN16	Grupo D
ET01-EN20	Grupo D
Mi16-EN21	Grupo D

El grupo A (16 delfines) y presentó asociaciones regulares a fuertes ( $CDA = 0.41-1.00$ ) entre ellos. Este grupo se compuso por dos subgrupos principales (Tabla IX); A.1 y A.2, con 7 y 9 delfines respectivamente.

El grupo B (4 delfines) presentó asociaciones regulares a moderadas ( $CDA = 0.41-0.80$ ) entre ellos. Este grupo se compuso por dos subgrupos (Tabla IX) con dos delfines cada uno; B.1 y B.2. El grupo C (2 delfines) asociados ocasionalmente ( $CDA = 0.21-0.40$ ).

Mientras que el grupo D (57 delfines) fue el más numeroso de todos, presentó asociaciones ocasionales a fuertes ( $CDA = 0.21-1.00$ ) entre ellos. Este grupo se compuso por siete subgrupos (Tabla IX); D1 con 4 delfines ( $CDA = 0.21-0.80$ ), D2 con 2 delfines ( $CDA = 0.50$ ), D3 con 7 delfines ( $CDA = 0.61-0.80$ ), D4 con 18 delfines ( $CDA = 0.61-1.00$ ), D5 con 5 delfines ( $CDA = 0.21-0.80$ ), D6 con 9 delfines ( $CDA = 0.21-0.80$ ) y D7 con 9 delfines ( $CDA = 0.21-1.00$ ).

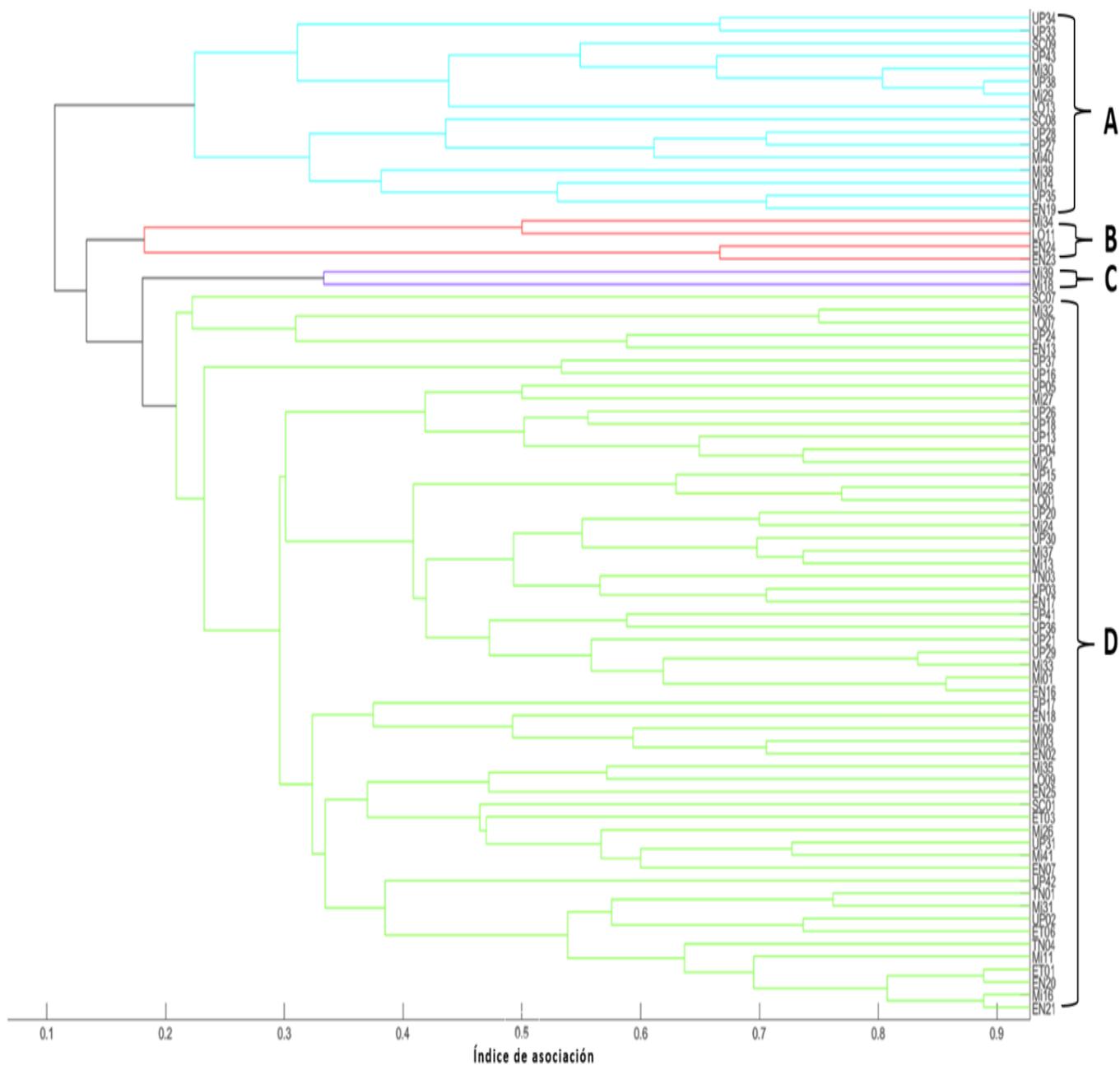


Figura 35. Dendrograma 1. Análisis de conglomerados de vinculación promedio con el coeficiente de asociación (CDA) de los delfines recapturados  $\geq 5$ , cada color representa un grupo de delfines con  $CDA > 0.2$ ; A = Azul, B = Rojo, C = Morado, D = Verde.

Tabla IX. Subgrupos de delfines de acuerdo con el dendograma 1 con la escala de asociación basada en el HWI observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021.

Grupo	Subgrupo	Individuos
A	A.1	UP34, UP33, SC09, UP43, Mi30-UP38-Mi29.
	A.2	LO13, SC08, UP28, UP27, Mi40, Mi38, Mi14, UP35, EN19.
B	B.1	Mi34, LO11.
	B.2	EN24, EN23.
C		Mi39, Mi18.
D	D.1	Mi32, LO07, UP24, EN13.
	D.2	UP37, UP16.
	D.3	UP05, Mi27, UP26, UP18, UP13, UP04, Mi21.
	D.4	UP15, Mi28, LO01, UP20, Mi24, UP30, Mi37, Mi13, TN03, UP03, EN17, UP41, UP36, UP21, UP29-Mi33, Mi01-EN16.
	D.5	UP17, EN18, Mi09, Mi03, EN02.
	D.6	Mi35, LO09, EN25, SC01, ET03, Mi26, UP31, Mi41, EN07.
	D.7	UP42, TN01, Mi31, UP02, ET06, TN04, Mi11, ET01-EN20, Mi16-EN21.

Cuando se agregó la corrección por gregariedad al análisis de validación del dendograma 2 (Fig. 36), se encontró que la separación jerárquica de los individuos fue confiable; CCC = 0.80, así como la segmentación de los grupos; Q = 0.97 (muy arriba del valor de confiabilidad).

El dendograma 2 con corrección por gregariedad (Fig. 36) dividió a los 79 delfines en cuatro grupos diferentes; 20 (25%) estuvieron en el grupo A, 21 (27%) en el B, 22 (28%) en el C y 16 (20%) en el D.

Siguiendo con el parámetro establecido por la corrección por gregarismo, se observó que todos los individuos que componen los grupos tuvieron un valor mayor a 1 con respecto al índice de asociación, por lo que se infirió que todos los individuos estuvieron relacionados entre sí dentro del mismo grupo. Sin embargo, se observó que los individuos que componen el grupo D están más relacionados entre sí, que los individuos dentro de los otros grupos (Fig. 35).

Comparando la composición de los grupos del dendograma 1 (Tabla IX; Fig. 35) y el dendograma 2 (Tabla X; Fig. 36), se encontró que los individuos que componen el grupo A (Dendograma 1) y el grupo D (Dendograma 2) son los mismos. Por otro lado, los individuos

que componen los demás grupos no coinciden entre sí en ambos dendogramas; sin embargo, las asociaciones entre pares de individuos prevalecieron en los mismos delfines, e incluso algunas agrupaciones se encontraron dentro del mismo grupo, por ejemplo, el grupo C y los subgrupos D.2 y D.7 (Dendograma 1) se encuentran dentro del grupo A (Dendograma 2).

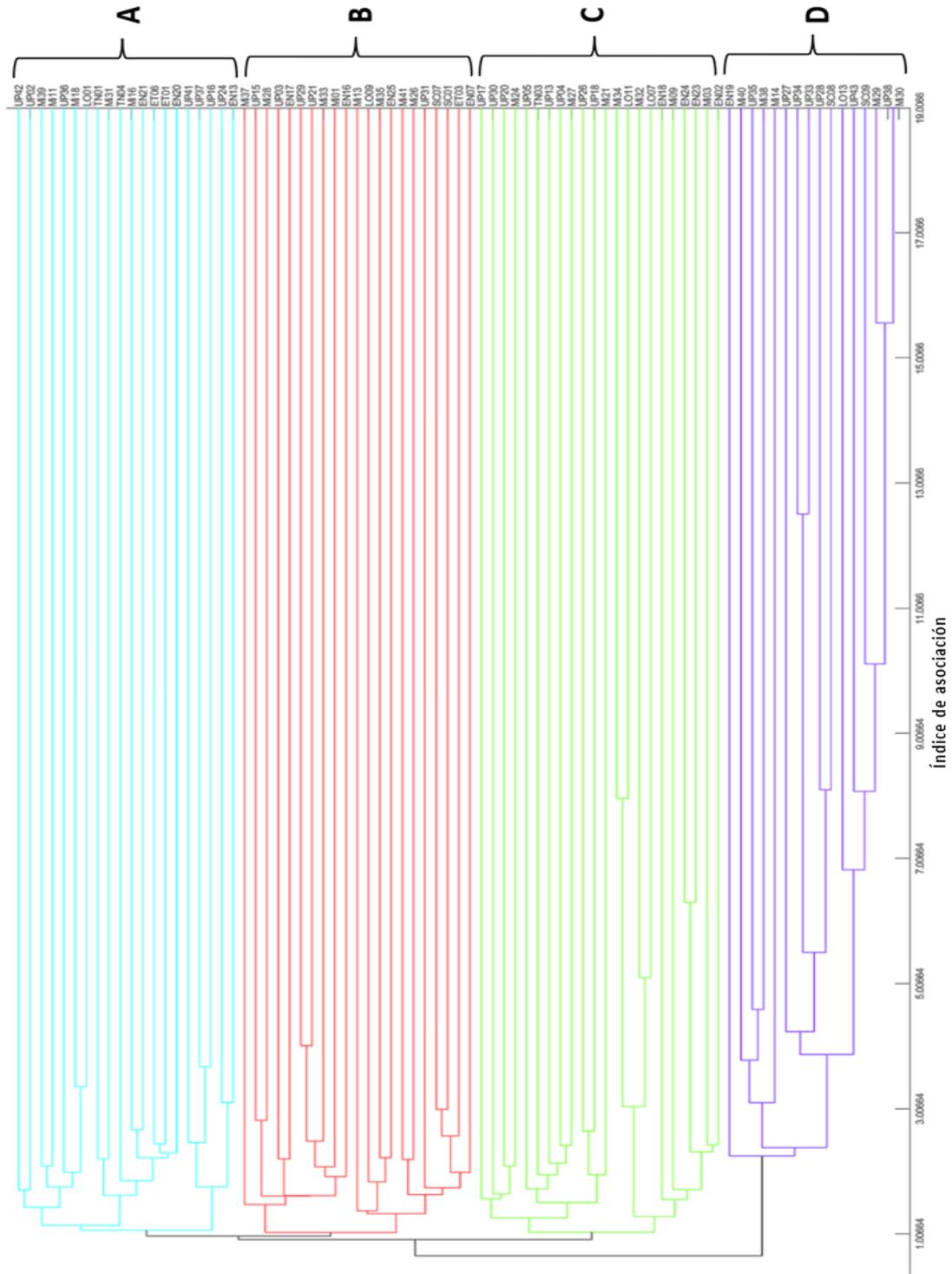


Figura 36. Dendrograma 2. Análisis de conglomerados de vinculación promedio con el coeficiente de asociación (CDA) y corrección por gregariedad de los delfines recapturados  $\geq 5$ , cada color representa un grupo de delfines. A = Azul, B = Rojo, C = Verde, D = Morado.

Tabla X. Subgrupos de delfines de acuerdo con el dendograma 2 con la escala de asociación basada en el HWI y con corrección por gregariedad, observados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2019-2021.

<b>Grupo</b>	<b>Individuos</b>
A	UP42, UP02, Mi39, Mi11, UP36, Mi18, LO01, TN01, Mi31, TN04, Mi16, EN21, ET06, ET01, EN20, UP41, UP37, UP16, UP24, EN13.
B	Mi37, UP15, Mi28, UP03, EN17, UP29, UP21, Mi33, Mi01, EN16, Mi13, LO09, Mi35, EN25, Mi41, Mi26, UP31, SC07, SC01, ET03, EN07.
C	UP17, UP30, UP20, Mi24, UP05, TN03, UP13, UP04, Mi27, UP26, UP18, Mi21, Mi34, LO11, Mi32, LO07, EN18, Mi09, EN24, EN23, Mi03, EN02.
D	EN19, Mi40, UP35, Mi38, Mi14, UP27, UP34, UP33, UP28, SC08, LO13, UP43, SC09, Mi29, UP38, Mi30.

#### 7.7.4. Tasa de asociación retardada

Al contrastar los datos obtenidos de la Tasa de Asociación Retrasada (Fig. 37) con la curva de descubrimiento de los tursiones foto-identificados (Fig. 25) se observó que durante la primera mitad del periodo de muestreo la información no es suficiente para mostrar verdaderas asociaciones. El resultado cambia en la segunda mitad del muestreo (alrededor de los 3 meses y hasta poco más del primer año de muestreo) donde la tasa incrementa y por tanto aumenta la posibilidad de detectar a los individuos asociados, aunque nuevamente la tasa disminuye y no se separa del modelo nulo a partir del año y medio de muestreo.

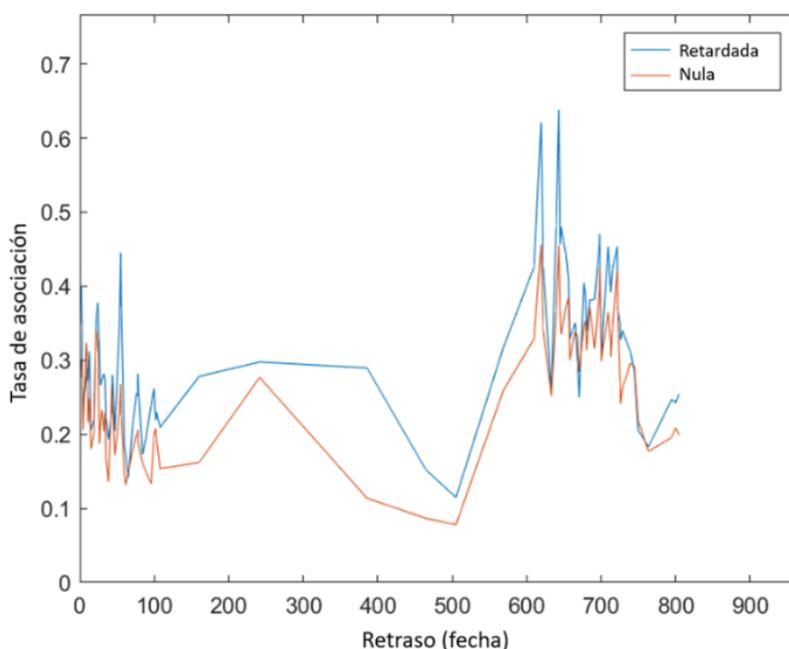


Figura 37. Tasa de asociación retrasada (TAR) y tasa de asociación nula (TAN) calculadas con el coeficiente de asociación (CDA) y corrección por gregariedad de los delfines recapturados  $\geq 5$ . TAR = Línea roja; TAN = Línea azul.

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1. Navegaciones

En el presente estudio se observaron un total de 72 avistamientos en 39 recorridos (Tabla V). El número de avistamientos difirió entre años por esfuerzo de muestreo, ya que los avistamientos realizados durante el periodo 2016 a 2018 fueron oportunistas, mientras que la mayoría de los avistamientos realizados a partir del año 2019 se hicieron con esfuerzo de búsqueda dedicado a los tursiones. Otro elemento para considerar fue el bajo número de avistamientos en el año 2020 provocado por las condiciones de la pandemia por el virus COVID-19, donde solo se pudieron realizar navegaciones a partir de septiembre de ese año, y de acuerdo con estudios previos se sabe que la mayor presencia de toninas en la zona se presenta en el mes de junio, mientras que la frecuencia de ocurrencia incrementa en agosto y septiembre (Acevedo, 1989).

El mayor número de avistamientos se realizaron en el canal central y en la boca de la ensenada, el resto de ellos se observaron dentro de la ensenada y la zona cercana a Punta Prieta (Fig. 7). Estas zonas coinciden con estudios anteriores sobre patrones de movimiento y residencia de los tursiones en la Ensenada de La Paz, donde se menciona que la mayoría de los avistamientos se realizaron dentro de la ensenada, en la boca de la ensenada y en el canal central (Díaz-Gamboa 2001, Salinas-Zacarías 2005, Marcín-Medina 2010). La ocurrencia de delfines en zonas predeterminadas está relacionada a diversos factores como la distribución de sus presas, competencia interespecífica, zonas de crianza y reproducción (Segura *et al.* 2006, Vargas-Fonseca *et al.* 2018, Bilgmann *et al.* 2019). En la Ensenada La Paz se ha registrado también que la distribución de los tursiones está influenciada por la marea y distribución de las presas Acevedo (1989), por lo que al igual que en estudios anteriores, es posible que el patrón registrado en el presente estudio se deba también a estos factores.

## 8.2. Tamaño de grupos

El tamaño del grupo es un rasgo social clave que influye en la dinámica de población de los animales que viven en grupo (Liu *et al.* 2021). Anteriormente se reportó que los grupos de tursiones de la Ensenada de La Paz se dividen en grupos pequeños (2 a 10 delfines) conformados por madres con crías y jóvenes, y algunos grupos grandes (15 a 30 delfines) (Marcín-Medina 2010). La mediana de los grupos de tursiones avistados en el presente estudio ( $n = 72$ ) fue de 15 individuos (grupos de 2 a 50 delfines) (Fig. 8) y la mayoría de los grupos avistados estuvieron conformados por entre 2 a 8 (32%) y 9 a 14 (21%) delfines (Fig. 9), esto sugiere que la dinámica de grupos sigue siendo la misma después de 10 años. Los valores registrados aquí también coinciden con lo reportado para tursiones del ecotipo costero (Scott y Chivers 1990). Los grupos con una media de aproximadamente 8 delfines se han registrado en el Sureste del Golfo de México (Martínez-Serrano *et al.* 2011, García-Vital *et al.* 2015). Aunque la mediana de 15 delfines (Ensenada de La Paz) coincide mayormente con el tamaño de grupos registrados en San Quintín, México (Morteo *et al.* 2004), Archipiélago de Carras, Brasil (Lodi y Monteiro-Neto 2012) y San Diego, E.U.A. (Defran y Weller 1999) con una media de entre 11 a 19 delfines por grupo.

El tamaño de los grupos de tursiones varía por la biología de la especie, forman grupos temporales de tipo fisión-fusión de acuerdo con sus necesidades y factores demográficos (e.g. edad y sexo) (Connor *et al.* 2000, Gowans *et al.* 2008). La variación posiblemente sirva como una adaptación sociobiológica para permitir la explotación de recursos alimentarios variables e inestables (Defran y Weller 1999).

Por otra parte, se identificaron dos tipos de agrupaciones con respecto de la proximidad espacial dentro de los grupos observados (Fig. 11); las agrupaciones compactas, determinadas por la regla de la cadena (Smolker *et al.* 1992), y las agrupaciones dispersas, conformadas por dos o más por agrupaciones compactas<sup>2</sup>.

La diferencia en el tamaño de estos dos tipos de grupos fue significativa ( $p < 0.05$ ); las agrupaciones compactas presentaron una mediana de 14 (*RIQ* 14.5) delfines, coincidiendo con el tamaño de grupo general para la especie (Shane *et al.* 1986, Scott y Chivers 1990, Segura *et*

---

<sup>2</sup> Las agrupaciones de cetáceos se clasifican en compactas o dispersas según la distancia entre los animales (Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, com. pers., 2019).

*al.* 2006), mientras que la mediana de las agrupaciones dispersas fue de 25 (*RIQ* 25.5) delfines. Estas últimas estuvieron compuestas por dos o más grupos compactos. Posiblemente, la conjunción de los grupos sea el reflejo de un comportamiento cooperativo para cumplir las necesidades biológicas de la especie, ya que los componentes demográficos (e.g. supervivencia, éxito reproductivo) incrementan conforme incrementa el tamaño de los grupos (Woodroffe *et al.* 2020).

La variación en el tamaño de grupos de los delfines está influenciada por las características fisiográficas y ecológicas del sitio, las cuales se relacionan con la disponibilidad de alimento; mayor disponibilidad de presas corresponde a agrupaciones más grandes (Carnabuci *et al.* 2016, Gygax 2022), factor importante, sobre todo cuando se trata de delfines residentes, como posiblemente se trate de la población de delfines en la Ensenada de La Paz (Urbán *et al.* 1997). Aunque la variación en el tamaño de los grupos también se debe al tráfico de embarcaciones (Lusseau 2006, Morteo *et al.* 2012), interacciones sociales y la defensa contra depredadores (Barker y Barrow 2016, Methion *et al.* 2022). Al incrementarse el tamaño de grupos de tursiones, disminuye el riesgo por depredadores (Wells *et al.* 1980). Sin embargo, los avistamientos de los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz no exhibieron algún patrón de distribución espacial en la zona conforme a su tipo de formación (Fig. 10), por lo que posiblemente la variación en el tamaño se relacione con la temporalidad.

Los grupos de tursiones presentan segregación temporal (Whitehead *et al.* 2000, Martínez-Serrano *et al.* 2011, Carnabuci *et al.* 2016, Liu *et al.* 2021), los tursiones del ecotipo costero en algunas zonas; Fiordo Moray, Escocia (Wilson *et al.* 1997) y Bahía de Sarasota, Florida (Scott *et al.* 1990) tienden a moverse a regiones internas de los fiordos y lagunas costeras durante el verano. Los cambios en la abundancia temporal se asocian principalmente a la distribución y densidad de sus presas (Scott *et al.* 1990, Wells 1993, Barker y Berrow 2016, Gygax 2022, Methion *et al.* 2022). Acevedo (1989) mencionó que el tamaño de los grupos de tursiones y la densidad en la Ensenada de La Paz aumenta en la temporada cálida y es en relación con la abundancia de sus presas, varios autores coinciden que en verano hay picos de abundancia de tursiones porque las áreas donde se distribuyen fungen como guardería de numerosas especies de peces e invertebrados durante esta época (Gibbs *et al.* 2011, Rodríguez *et al.* 2021). En la Ensenada de La Paz, la abundancia de peces se debe posiblemente al incremento en la productividad primaria ligada a la presencia del manglar (Lugo y Snedaker 1974), cuyo aporte de

los componentes orgánicos es elevado cuando llueve, principalmente en temporada de huracanes (mayo a noviembre) (Félix-Pico *et al.* 2006, AOML 2021). Por lo que habría de estudiarse la variación intra-anual los grupos de tursiones en la zona de la Ensenada de La Paz.

La distribución y abundancia de los tursiones también está afectada por el tráfico de embarcaciones. Los grupos de tursiones de algunas regiones (e.g. Sarasota, Florida; Doubtful Sound, Nueva Zelanda; Bocas del Toro, Panamá; Golfo de México, etc.) tienden a cambiar sus procesos de comunicación, formación, rumbo y velocidad de nado ante la presencia de embarcaciones, principalmente cuando las embarcaciones son intrusivas con ellos (Nowacek y Wells 2001, Lusseau 2006). Lo que deriva en los cambios en el uso de hábitat de las poblaciones de estos delfines (Morteo *et al.* 2012, Meissner *et al.* 2015, Kassamali-Fox *et al.* 2020). Hasta el momento, se ha observado que los tursiones que habitan en la Ensenada de La Paz aumentan la frecuencia de sus silbidos en presencia de embarcaciones (Antichi *et al.* 2022b) pero el aumento no es significativo, posiblemente porque están habituados a la presencia de embarcaciones y desarrollaron mayor tolerancia que los delfines en otras zonas (Antichi *et al.* 2022a). Por lo que es importante seguir realizando investigaciones al respecto.

Por último, la Ensenada de La Paz, al ser una laguna costera ofrece protección de posibles depredadores como tiburones y orcas, que no se han observado en la zona, por lo que posiblemente formar agrupaciones numerosas para protección contra depredadores no sea un factor relevante en la dinámica de grupos de la zona.

Es probable que la dinámica de los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz se describa con tamaños de grupos entre 15 y 25 delfines, donde los grupos compactos son más pequeños (*mediana* = 14 delfines), que los dispersos (*mediana* = 25 delfines). La variación en el tamaño de grupos podría estar relacionada con la disponibilidad y la distribución de alimento en la zona (Wells 1993, Acevedo 1989, Félix-Pico *et al.* 2006, Rodríguez *et al.* 2021). Así como con el incremento en el éxito (colaborativo y reproductivo) que conlleva la presencia de más delfines en un determinado espacio (Wells *et al.* 1980, Woodroffe *et al.* 2020).

### 8.3. Composición de grupo

La composición de las clases de edad se ha reportado anteriormente en la Ensenada de La Paz como grupos conformados por madres con crías y jóvenes (Marcín-Medina 2010). En el presente estudio se observaron las cuatro clases de edad propuestas por Merriman *et al.* (2009); adultos, jóvenes, crías y recién nacidos (Tabla II). La presencia de delfines no adultos, principalmente crías, está relacionada a poblaciones residentes anuales o temporales que utilizan el área como zona de crianza, ya que permanecer asociados a una zona facilita el seguimiento del éxito reproductivo (Mann *et al.* 2000, Wells 2013). Así mismo, las características fisiográficas de la Ensenada de La Paz se ajustan a lo propuesto por Mann *et al.* (2000), quien menciona que el éxito reproductivo se relaciona con la presencia de aguas poco profundas que proveen un ambiente favorable para el desarrollo de las crías.

Se observó que los tursiones de la Ensenada de La Paz forman dos tipos de agrupaciones conforme a la composición de las clases de edad (Fig. 14); grupos de sólo adultos y grupos mixtos (delfines adultos y no adultos). En otros estudios se ha reportado que los tursiones de la zona forman grupos pequeños de dos a diez individuos conformados por madres con crías, y jóvenes (Marcín-Medina 2010), y no incluyen grupos de sólo adultos. En el presente estudio se registró que los grupos mixtos presentan una mediana de 20 delfines y los grupos de sólo adultos tienden a ser más pequeños (*mediana* = 5 delfines). La diferencia entre el tamaño de estos grupos está posiblemente relacionada con la presencia de recién nacidos y crías, ya que los tursiones tienden a formar grupos de crianza para la protección cooperativa de las crías y brindar oportunidades de socialización para ellas (Wells 2003). De manera consecuente, las hembras con recién nacidos se asocian a grupos más grandes para asegurar la supervivencia de su descendencia (Mann *et al.* 2000, Gibson y Mann 2008), mientras que los grupos de sólo adultos pueden tratarse de individuos adultos (principalmente machos), que se caracterizan por formar asociaciones estrechas y nadar de manera sincronizada (Fury *et al.* 2013, Morteo *et al.* 2014).

La diferenciación de grupos de adultos y grupos mixtos se ha registrado anteriormente en el Golfo de Trieste, Eslovenia (Genov *et al.* 2019) donde, si bien se observó la presencia de grupos de adultos, más de la mitad de los grupos presentaba crías. Respecto a los jóvenes, se ha observado que los delfines de esta etapa de desarrollo pueden formar agrupaciones entre ellos,

aunque también interactúan con una gran cantidad de individuos de todas las clases de edad y sexo, posiblemente por un período de exploración social (McHugh *et al.* 2011).

La proporción de las etapas de desarrollo presentes en los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz, arrojó que los delfines adultos predominaron en un 88.8% respecto de los no adultos (11.2%) (Fig. 15). Como ocurre en Marlborough Sounds, Nueva Zelanda, donde la composición del grupo fue de 83% adultos vs. 17% no adultos (Merriman *et al.* 2009), y se ve diferenciada de los grupos del Archipiélago de Cagarras, Brasil, con un 69% adultos vs. 31% no adultos (Lodi y Monteiro-Neto 2012).

Los delfines adultos fueron observados en todos los avistamientos y en todos los años (Tabla VI), mientras que los delfines no adultos se observaron en casi todos los años exceptuando el 2018 (Fig. 16; 18.A). Esto último se debe posiblemente al sesgo por esfuerzo de muestreo. Las crías y los jóvenes se observaron en el resto de los años, mientras que los recién nacidos solo se observaron en los años 2019 y 2021 (Fig. 16). Nuevamente esta “ausencia” se puede deber al esfuerzo de muestreo y a que en los años 2016 a 2018 no se hizo distinción entre crías y recién nacidos.

Dentro de los grupos mixtos la etapa de desarrollo predominante fueron las crías, con una mediana de dos crías por grupo, posteriormente los jóvenes y los recién nacidos con una mediana de un individuo por grupo (Fig. 17). Lo anterior coincide con la literatura, donde se menciona que las crías son las que predominan sobre jóvenes y recién nacidos dentro de los grupos (Lodi y Monteiro-Neto 2012, Dinis *et al.* 2016).

En el presente estudio se observó que el número de delfines no adultos fue mayor en la temporada cálida (junio-noviembre) (Fig. 18.B), con mayor número de crías, jóvenes y recién nacidos por grupo. Evidentemente este número se relaciona con los meses pertenecientes a la temporada cálida y el mes de mayo (perteneciente a la temporada templada) (Fig. 18.C). Dichos valores apoyan lo mencionado por Rojo-Arreola (2002); quien observó picos de nacimientos de tursiones en la Ensenada de La Paz durante el verano. Este patrón también se ha observado en los grupos del archipiélago de Madeira (Dinis *et al.* 2016) y en la Bahía de Sarasota (Wells 2013), con picos de nacimientos en primavera y en verano. El incremento en el número de crías y recién nacidos durante el verano, posiblemente se relacione con la cantidad y la distribución

de alimento en la zona, presentándose mayor aporte de nutrientes, y consecuentemente de presas en esta temporada (Wells 1993, Félix-Pico *et al.* 2006, Rodríguez *et al.* 2021) como se mencionó anteriormente.

Los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz presentaron hasta cuatro pares de madres y crías donde se identificó que, a mayor número de madres con cría, el tamaño mínimo de los grupos es mayor. Estos grupos presentaron un tamaño mínimo de 6 delfines y un máximo de hasta 50 delfines (Fig. 19). Como se mencionó anteriormente, los tursiones tienden a formar grupos de crianza para la protección cooperativa de las crías (Wells 2003), en el caso de las hembras, estas tienden a formar redes dispersas con otras hembras de diferentes edades y parentesco (Smolker *et al.* 1992, Moller *et al.* 2006) y, cuando tienen crías de edades similares, tienden a nadar juntas, probablemente porque deben lidiar con necesidades similares de alimentación y deben ajustar sus patrones de nado para facilitar los episodios frecuentes de lactancia (Wells 2013). Sin embargo, la variación en los tamaños de grupo de crianza puede deberse a factores ecológicos como las técnicas de alimentación (Mann y Sargeant 2003), ya que su tamaño no determina el éxito de supervivencia de las crías (Mann *et al.* 2000).

#### **8.4. Comportamiento**

Se observó que los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz realizaron los comportamientos de alimentación, nado sin rumbo, navegación y socialización (Fig. 20) los cuales fueron descritos por Bearzi (1994) y Baker *et al.* (2017). Exceptuando el nado sin rumbo, los demás comportamientos ya se registraron previamente para los grupos de tursiones de la zona (Acevedo 1989, Díaz-Gamboa 2001, Marcín-Medina 2010). Las actividades que realizan los tursiones están ligadas al uso de hábitat (Shane *et al.* 1986), pueden intercalar períodos de alimentación, viajes, socialización y descanso (Shane *et al.* 1986, Wells *et al.* 2013), lo que parece indicar que los tursiones que habitan en la Ensenada de La Paz utilizan el área para diferentes actividades.

El comportamiento registrado de manera más frecuente en los grupos fue el de navegación (44.30%) (Fig. 21), tanto de manera general como en los grupos compactos y grupos dispersos (Fig. 22); este patrón también se reflejó en los grupos de adultos y grupos mixtos (Fig. 23). La predominancia de este comportamiento fue registrada también por Márquez-Segovia (2021),

donde se propone que la duración y frecuencia de los comportamientos de los tursiones está influenciado por factores ambientales como la estación, el hábitat, la hora del día y el estado de las mareas (Jewel 1966, Wells y Scott 2018). De acuerdo con lo anterior, es posible que la observación de los tursiones coincidía principalmente con su desplazamiento hacia la ensenada o bien, saliendo de ella. Ya que los tursiones de la zona presentan mayor actividad acústica en la zona de conexión entre la ensenada y la bahía entre las 6:00 a.m. y las 12:00 p.m. (Márquez-Segovia 2021).

Los comportamientos de alimentación y nado sin rumbo se observaron casi en la misma frecuencia (20% a 30%) para los grupos en general (Fig. 21) y con respecto de los grupos compactos y grupos dispersos (Fig. 22). El comportamiento de alimentación en la zona coincide con diversos estudios de tursiones que habitan en lagunas costeras, donde se les observa cazando y acorralando a sus presas cerca del manglar (Felix 1994, Jiménez y Alava 2014). El comportamiento de alimentación no fue predominante; sin embargo, indica que los tursiones de la zona utilizan el área para la alimentación, lo que posiblemente se relacione con el incremento en el tamaño de grupos y el número crías durante la temporada cálida, cuando hay más alimento (Woodroffe *et al.* 2020, Rodríguez *et al.* 2021).

Comprender que los grupos de tursiones exhiben diferentes comportamientos dentro de una población aporta datos sobre el uso de su hábitat y puede ayudar a los esfuerzos de conservación (Mann y Sargeant 2003, Whitehead 2010, Cantor y Whitehead 2013), porque no todos los grupos de la población necesariamente responden o interactúan con las actividades humanas de la misma manera, o al mismo tiempo.

## 8.5. Foto-identificación

El uso de la técnica de foto-identificación a través de las marcas características de las aletas dorsales de los tursiones ha sido utilizada a lo largo de diversos estudios (Würsig y Würsig 1977, Würsig y Jefferson 1990, Brough *et al.* 2015), principalmente el uso de las marcas que prevalecen (como las muescas o cicatrices) pues ayuda a dar seguimiento a la identificación de los estudios a lo largo del tiempo (Williams *et al.* 1993, Mann *et al.* 2000, Brough *et al.* 2015, Dinis *et al.* 2015).

Los estudios previos sobre la abundancia de los tursiones en la Ensenada de La Paz y el número de individuos foto-identificados en la zona, mencionan que existe una población semi-residente (residencial temporal) y se compone de entre 66 y 80 individuos (Díaz-Gamboa 2001, Valadez-Suarez 2002, Marcín-Medina 2010). Para la Ensenada de La Paz durante el periodo 2016 a 2021, se identificó un total de 147 delfines, donde el número de individuos foto-identificados fue mayor en los años 2019 y 2021 (Fig. 24). La curva de descubrimiento de los tursiones foto-identificados (Fig. 25) muestra que, para el 2019, el 88% de los delfines ya habían sido identificados y en el 2021 sólo se agregó el 12% restante. La diferencia en el número de individuos foto-identificados por año se debe muy posiblemente a las diferencias en el esfuerzo del muestreo, pues hay que recordar que los datos del periodo 2016 a 2018 fueron obtenidos de avistamientos oportunistas, mientras que a partir de 2019 a la mayoría de los avistamientos se les dedicó un esfuerzo de búsqueda; el corto número de individuos foto-identificados en el 2020 se debe posiblemente a los escasos avistamientos que se hicieron ese año por efectos de pandemia por el virus COVID-19.

En el presente estudio no se analizó la residencia de los delfines de la zona; sin embargo, se observó que el 66% de los delfines foto-identificados tuvieron una recaptura y un delfín hasta cuatro recapturas (Fig. 26). Además, se encontró que un 10% (16 individuos) de los delfines tuvieron dos a tres recapturas consecutivas (Fig. 27) fueron observados durante el periodo 2019 a 2021 y dos de ellos fueron hembras (Fig. 28). De acuerdo con Fury y Harrison (2008) los delfines residentes son aquellos que se observan durante múltiples temporadas, o bien que se observan más de tres veces (Parsons *et al.* 2002), pero en la zona también se pueden distribuir delfines visitantes y transeúntes, cuyos movimientos de dispersión están determinados por actividades reproductivas o de socialización (Wells *et al.* 1987, Ballance 1990, Morteo *et al.*

2014). Tomando en cuenta que las poblaciones de delfines que se encuentran en hábitats protegidos se organizan en grupos pequeños con alta fidelidad al sitio (Connor *et al.* 2000, Quintana-Rizzo y Wells 2001), así como el hecho de que la Ensenada de La Paz presenta características fisiográficas como las mencionadas anteriormente, se podría considerar que los tursiones de la zona pueden incurrir en estos patrones de residencia.

Se encontraron diferencias en el uso de la técnica foto foto-identificación a lo largo del tiempo, y el porcentaje de la eficiencia general fue del 38% (Tabla VI). La variación en este porcentaje se puede deber a diversos factores como la capacidad de cada fotógrafo para obtener las fotos de los individuos, las características ambientales y el comportamiento que realicen los delfines (Morteo y Hernández 2007, Delgado-Estrella 2015); en este caso las fotografías tomadas por personas que apenas estaban aprendiendo y el comportamiento errático de los delfines podrían ser los factores principales de este resultado.

En cuanto a la eficiencia general de individualización, el resultado fue del 69% (Tabla VII), fue un porcentaje alto y equiparable con otros estudios realizados por Heckel (1992) en el Golfo de México y Schramm (1993) en la Laguna de Tamiahua, Ver. Los valores altos de individualización se pueden relacionar con la zona de estudio, en este caso de la Ensenada de La Paz, que presenta condiciones ambientales menos abruptas que si se comparase con zonas costeras abiertas.

## **8.6. Estructura social**

El análisis de la estructura social de los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz se hizo únicamente considerando el periodo 2019 a 2021 para disminuir el sesgo por la heterogeneidad del muestreo, donde se identificaron un total de 116 individuos; sin embargo, para el análisis final sólo 79 individuos se tomaron en cuenta, debido a la corrección propuesta por Whitehead (2009), donde sólo se utilizan los individuos observados al menos cinco veces a lo largo del periodo de muestreo (Fig. 29), esta es una restricción utilizada en diversos estudios de tursiones (Chilvers y Corkeron 2002, Islas-Villanueva 2010, Genov *et al.* 2019).

Los patrones de asociación para los tursiones de la Ensenada de La Paz exhibieron un coeficiente de asociación (HWI) de  $0.23 (\pm 0.07 DE)$ , lo que indica que los tursiones presentaron

asociaciones al menos ocasionales (Quintana Rizzo y Wells 2001). Por otro lado, se observó que de acuerdo con los coeficientes de asociación no nulos (Fig. 30), el 60% de los delfines tiene asociaciones moderada, mientras que el resto presenta asociaciones regulares (26%) y fuertes (10%). Estudios en bahías y zonas costeras exhiben coeficientes de asociación similares (Chilvers y Corkeron 2002, Vermeulen 2018), donde el patrón de asociaciones a lo largo del tiempo se ve reflejado en la Tasa de Asociación Retrasada (Fig. 37). Este indicó que, en la primera mitad del periodo de muestreo, la información no fue suficiente para mostrar verdaderas asociaciones, pero en la segunda mitad del muestreo aumentó y la probabilidad de asociación entre individuos fue mayor, aunque en la mayor parte del muestreo no fue distinta al modelo nulo.

A pesar de lo anterior, la estructura social de los tursiones en la Ensenada de La Paz parece estar diferenciada. La especie puede presentar sociedades compuestas por unidades básicas que incluyen grupos de crianza, grupos mixtos de jóvenes, grupos de machos adultos fuertemente unidos (Wells *et al.* 1987, Owen *et al.* 2002, Rogers *et al.* 2004). La estructura social representada en el sociograma con arreglo de escala multidimensional (Fig. 31), mostró que hay conexiones entre la mayoría de los individuos; sin embargo, se observó una marcada segmentación en dos grupos. Los patrones dentro de la estructura social están influenciados e influyen en la demografía, la estructura genética y la biología de la población (Whitehead y Van Parijs 2010). Los animales sociales frecuentemente interactúan con los miembros de su grupo, estas interacciones pueden ocurrir entre diferentes conjuntos de individuos (Schweinfurth *et al.* 2017).

El grupo A identificado en el presente estudio, conformado por muchos individuos (# de muchos individuos) y asociaciones regulares a moderadas (Fig. 31) exhibe patrones parecidos a los presentados en grupos mixtos o grupos de hembras con crías, jóvenes y recién nacidos (Wells *et al.* 1987). La composición de estos grupos tiende a ser dinámica y está determinada por factores como el sexo, la edad y la condición reproductiva (Wells, 2014). Los tursiones forman grupos mixtos con fuertes asociaciones entre ellos, como ocurre en la población de Doubtful Sound, Nueva Zelanda (Lusseau *et al.* 2003).

Por otro lado, el grupo B estuvo conformado por tres subgrupos con asociaciones moderadas a fuertes (Fig. 31), lo que posiblemente esté relacionado con individuos que

interactúan repetidamente y durante un período más largo (Schino y Aureli 2017), podríamos pensar que estos podrían ser machos, ya que se ha registrado que en esta especie tienden a formar alianzas muy fuertes en conjuntos de dos a tres individuos (Wells *et al.* 1987, Connor *et al.* 1999, 2011, Randić *et al.* 2012). La descripción de las asociaciones entre machos se ajusta con las asociaciones fuertes ( $CDA > 0.81$ ) exhibida entre pares de individuos (Tabla VIII) dentro de los grupos A y D como lo muestran Morteo *et al.* (2014). El nivel de asociación entre los pares de individuos puede reflejar la aptitud de estos (Gerber *et al.* 2019), por lo que es probable que los grupos de tursiones en la Ensenada de Paz presenten subgrupos compuestos por alianzas estrechas entre pares de machos. Sin embargo, será necesario sexar a estos delfines para reforzar o descartar este argumento.

Cabe destacar que ambos grupos se encuentran conectados por algunos individuos, entre los que destaca el delfín EN19 que exhibe asociaciones con los individuos del grupo A y los individuos de los diferentes subgrupos del grupo B. El individuo EN19 fue clasificado como hembra (Fig. 28), lo que posiblemente se relaciona con asociaciones determinadas por intereses reproductivos (Shane *et al.* 1986, Gowans *et al.* 2008, Whitehead y Van Parijs 2010), ya sea para grupos de crianza con otras hembras, o bien con machos para posibles parejas e incluso crías adultas que aún comparten el ámbito hogareño de sus madres (Morteo *et al.* 2014).

La estructura social de los tursiones por año exhibida en sociogramas con arreglo circular mostró agrupaciones de entre 5 y 13 delfines con asociaciones moderadas a fuertes. El tamaño de los grupos por número de individuos asociados fue diferente por año; durante el 2019 (Fig. 32) se observaron dos grupos grandes (8 a 13 delfines), en el 2020 (Fig. 33) los grupos se conformaron por 5 delfines, mientras que en el año 2021 (Fig. 34) los delfines no exhibieron agrupaciones tan marcadas por el grado de asociación. Se ha observado que los subgrupos de tursiones pueden ser estables o variar durante diferentes de años (Rogers *et al.* 2004, Wells y Scott 2018). La variación entre los individuos que componen los grupos es característico de la especie, ya que forman grupos de tipo fusión-fisión determinados por componentes demográficos como la edad y el sexo (Connor *et al.* 2000, Gowans *et al.* 2008; Morteo *et al.* 2014).

Se encontró que un total de cuatro de grupos de tursiones habitan en la Ensenada de La Paz (Fig. 35), coincidiendo con el número de grupos que se ha registrado anteriormente (entre

tres y cuatro grupos según Díaz-Gamboa 2001, Valadez-Suarez 2002 y Marcín-Medina 2010). El número de grupos se obtuvo a partir del análisis de conglomerados y dendogramas propuestos por Whitehead (2009). El coeficiente de correlación cofenética ( $CCC = 0.72$ ) así como el coeficiente de modularidad-G ( $Q = 0.31$ ) fueron confiables y muestran una representación de estructura social confiable (Whitehead 2008). Así mismo, el coeficiente de correlación cofenética presentó valores similares a los obtenidos en los grupos de tursiones de zonas costeras como la Bahía San Antonio, Argentina (Vermeulen 2018) y el Golfo de Trieste, Eslovenia (Genov *et al.* 2019).

Los cuatro grupos que componen la población de tursiones en la Ensenada de La Paz presentaron diferentes tipos de asociaciones, tres de ellos (A, C y D) presentaron asociaciones más estrechas; sin embargo, el grupo A (Fig. 35, Tabla IX) fue el más característico, debido a que los individuos que lo componen son los mismos que componen al grupo B dentro del sociograma con arreglo de escala multidimensional (Fig. 31), que exhibe la estructura social de la zona, además de ser los 16 individuos que se observaron durante los tres años seguidos del periodo 2019-2021 (Fig. 28).

Al hacer el análisis de conglomerados y la validación de los dendogramas se agregó la corrección por gregariedad como lo propone Whitehead (2009) debido a que, el tener en cuenta la predisposición de los tursiones para formar grupos de fisión-fusión, podría ser más adecuado para determinar sus asociaciones dentro de los grupos (Godde *et al.* 2013, Genov *et al.* 2019). De esta manera, el dendograma con la corrección (Fig. 35) mostró una separación jerárquica ( $CCC = 0.80$ ) y una segmentación de los grupos ( $Q = 0.97$ ) aún más confiable y, de acuerdo con los valores propuestos por Whitehead (2009), la segmentación de los grupos volvió a arrojar cuatro grupos diferentes de tursiones (Fig. 36). A pesar de que se observaron patrones similares al dendograma 1 (Fig. 34), los individuos del grupo D estuvieron más estrechamente asociados que el resto de los individuos de los otros grupos, aunado a esto, los individuos del grupo D (Fig. 36; Tabla X) corresponden con los individuos del grupo A (Fig. 35). Este patrón sugiere que los individuos correspondientes podrían representar un grupo residente dentro de la Ensenada de La Paz, grupo conformado por 16 individuos con estrechas asociaciones, donde se incluyen al menos dos hembras (Fig. 28) y fuertes alianzas de posibles machos (Tabla VIII).

Comprender los patrones de agrupación de animales es esencial para aumentar el conocimiento sobre sus sistemas sociales (Methion *et al.* 2022). La segmentación de una población en grupos dentro de la población de tursiones en la Ensenada de La Paz implica que existe una estructura social, y esto tiene efectos en la ecología, la estructura genética y la biología de la población (Wilson 1975, Sutherland 1998), debido a lo anterior esta estructura debe ser tomada en cuenta para para efectuar acciones de manejo y conservación (Whitehead y Van París 2010).

## 9. CONCLUSIONES

- I. Las zonas donde se observó mayor número de avistamientos de tursiones en la Ensenada de La Paz fueron el canal central y la boca de la ensenada, al igual que en estudios anteriores.
- II. La población de los tursiones en la Ensenada de La Paz se conforma por grupos de alrededor de 15 delfines, donde coinciden dos tipos de grupos de acuerdo con su distribución espacial: grupos compactos (*mediana* = 14 delfines) y grupos dispersos (*mediana* = 25 delfines).
- III. Se observó la presencia de las cuatro etapas de desarrollo en tursiones: adultos, jóvenes, crías y recién nacidos, en cinco de los seis años del periodo de estudio, así como en las temporadas cálidas y templadas, y en casi todos los meses muestreados.
- IV. Los tursiones de la Ensenada de La Paz forman dos tipos de agrupaciones conforme a la composición de las etapas de desarrollo; grupos de sólo adultos (*mediana* = 5 delfines), y grupos mixtos por delfines adultos y no adultos (*mediana* = 20 delfines). Los grupos mixtos presentan una mediana de dos crías, un joven y/o un recién nacido.
- V. La proporción de las etapas de desarrollo presentes en los grupos de tursiones en la Ensenada de La Paz, mostró que la etapa de desarrollo dominante fue la de delfines adultos (88.80%), seguidos de crías (06.51%), jóvenes (04.29%) y recién nacidos (0.40%).
- VI. El comportamiento de navegación fue predominante, mientras que la observación del comportamiento de alimentación indica que los tursiones utilizan el área para ello.
- VII. El número de tursiones foto-identificados en la Ensenada de La Paz durante el periodo 2016 a 2021 fue de 147 delfines distintos, donde el 66% fueron observados al menos en dos años y un delfín fue visto hasta en cinco de los seis años de muestreo.
- VIII. La estructura social de los tursiones en la Ensenada de La Paz presenta una sociedad diferenciada y heterogénea. Durante el estudio se segmentó en cuatro grupos, compuestos por individuos asociados principalmente de manera regular a moderada y cinco parejas de individuos con asociaciones fuertes ( $CDA > 0.81$ ).

- IX. Uno de los cuatro grupos, se compone de 16 tursiones con asociaciones regulares a fuertes, compuestos por individuos adultos y hembras. Estos individuos se observaron durante los tres años seguidos del periodo 2019 al 2021.
- X. Este trabajo redujo la brecha de información sobre los tursiones de la zona y exhibió la dinámica de sus grupos; estructura social, composición etaria y las asociaciones entre los delfines.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo A. 1989. *Uso del área por el tursión (Tursiops truncatus) en la Ensenada de La Paz, durante el verano de 1987*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Biblos-e Archivo.
- Acevedo A. 1991. Behavior and movements of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, México. *Aquatic Mammals* 17(3): 137-147.
- Alba F.C. 1997. *Estructura comunitaria de los odontocetos de Bahía de La Paz y alrededores B.C.S México, mayo de 1989 a abril de 1995*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Biblos-e Archivo.
- Antichi S., Urbán R.J., Martínez-Aguilar S. y L. Vilorio-Gómora. 2022. Changes in whistle parameters of two common bottlenose dolphin ecotypes as a result of the physical presence of the research vessel, *PeerJ* 10: e14074. <https://doi.org/10.7717/peerj.14074>
- Baker I., O'Brien J., McHugh K. y S. Berrow. 2017. An ethogram for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Shannon Estuary, Ireland. *Aquatic Mammals* 43(6): 594-613. . <https://doi.org/10.1578/AM.43.6.2017.594>
- Ballance L.T. 1990. Residence patterns, group organization, and surfacing associations of bottlenose dolphins in Kino Bay, Gulf of California, Mexico. En: S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.), *The Bottlenose Dolphin* (pp. 267-283). Academic Press Inc.
- Ballance L.T. 1992. Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science* 8: 262-274.
- Barker J. y S. Berrow. 2016. Temporal and spatial variation in group size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Shannon Estuary, Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 116B(1): 63-70. <https://doi.org/10.3318/bioe.2016.5>
- Bateman A.W., Ozgul A., Coulson T. y T.H. Clutton-Brock. 2011. Density dependence in group dynamics of a highly social mongoose, *Suricata suricatta*. *Journal of Animal Ecology* 81(3): 628-639. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01934.x>
- Bateman A.W., Ozgul A., Krkosek M. y T.H. Clutton-Brock 2018. Matrix models of hierarchical demography: Linking group and population-level dynamics in cooperative breeders. *American Naturalist*. 192: 188-203. <https://doi.org/10.1086/698217>

- Bearzi G. 1994. Behavioural states: terminology and definitions. En: G. Notarbartolo di Sciara, P.G. Evans y E. Politi (Eds.), *Methods for the study of bottlenose dolphins in the wild* (pp. 9-12). European Cetacean Society Newsletter.
- Berta A.J., Sumich L. y K.M. Kovacs. 2015. *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. Elsevier.
- Bilgmann K., Parra G.J., Holmes L., Peters K.J., Jonsen D. y L.M. Moller. 2019. Abundance estimates and habitat preferences of bottlenose dolphins reveal the importance of two gulfs in South Australia. *Sci Rep* 9: 8044. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44310-3>
- Bolaños-Durán E. 2017. *Asociaciones de tursiones (Tursiops truncatus) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. [Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana]. Biblos-e Archivo.
- Bowler D.E. y T.G. Benton. 2005. Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Reviews* 80: 205-225. <https://doi.org/10.1017/S1464793104006645>
- Bräger S., Würsig B., Acevedo A. y T. Henningsen. 1994. Association Patterns of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Galveston Bay, Texas. *Journal of Mammalogy* 75(2): 431-437.
- Bridge P.D. 1993. Classification. En: C. Fry J. (Ed.), *Biological data analysis* (pp. 219-242). Oxford University Press.
- Brough T.E., Guerra M. y S.M. Dawson. 2015. Photo-identification of bottlenose dolphins in the far south of New Zealand indicates a 'new', previously unstudied population, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 49(1): 150-158. <https://doi.org/10.1080/00288330.2014.984728>
- Brunke M.A., Zeng X., Misra V. y A. Beljaars. 2008. Integration of a prognostic sea surface skin temperature scheme into weather and climate models. *Journal of Geophysical Research* 21: 113-119. <https://doi.org/10.1029/2008JD010607>
- Buckland S.T. y A.E. York. 2018. Abundance Estimation. En: B. Würsig, J.G. Thewissen y K. Kovacs (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 3). Academic Press.
- Cairns S.J. y Schwager S.J. 1987. A comparison of association indices. *Animal Behaviour* 35(5): 1454-1469.
- Cantor M. y H. Whitehead. 2013. The interplay between social networks and culture: theoretically and among whales and dolphins. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 368: 20120340. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0340>

- Carnabuci M., Schiavon G., Bellingeri M., Fossa F., Paoli C., Vassallo P. y G. Gnone. 2016. Connectivity in the network macrostructure of *Tursiops truncatus* in the Pelagos Sanctuary (NW Mediterranean Sea): does landscape matter? *Popul Ecol* 58: 249-264. <https://doi.org/10.1007/s10144-016-0540-7>
- Cartwright D. y A. Zander. 1968. *Group dynamics: Research and theory*. Harper & Row.
- Cervantes R., Aguinaga S. y R. Guerrero. 1991. Variación estacional de a temperatura, salinidad y nutrientes en la Ensenada de La Paz, B.C.S. (1986-1988). *Revista de Investigación Científica UABCS* 2(2): 56-64.
- Connor R. 2000. Group living in Whales and Dolphins. En: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (Eds.), *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales* (pp. 199-218). University of Chicago Press.
- Connor R.C., Heithaus M.R y L.M. Barre. 1999. Superalliance of bottlenose dolphins. *Nature* 397: 571-572
- Connor R.C., Mann J., Tyack J. y H. Whitehead. 1998. Social evolution in toothed whales. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 228-232.
- Connor R.C., Watson-Capps J.J., Sherwin W.B. y M. Krützen. 2011. A new level of complexity in the male alliance networks of Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). *Biol Lett* 7: 623-626. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0852>
- Connor R.C., Wells R.S., Mann J. y A.J. Read. 2000. The bottlenose dolphin: social relationships in a fusión-fusión society. En: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (Eds.), *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales* (pp. 91-126). University of Chicago Press.
- Coulson T., Catchpole E.A., Albon S.D., Morgan B.J.T., Pemberton J.M., Clutton-Brock T.H., Crawley M.J. y B.T. Grenfell. 2001. Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay sheep. *Science* 292: 1528-1531. <https://doi.org/10.1126/science.292.5521.1528>
- Cousteau J.I. y P. Diolé. 1975. *Dolphins*. Doubleday & Co. Inc.
- Curry B.E. y J. Smith. 1997. Phylogeographic structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): stock identification and implications for management. En: A.E. Dizon, S.J. Chivers y W.F. Perrin (Eds.), *Molecular genetics of marine mammals* (pp. 227-247). Allen Press.
- Chilvers B. L. y Corkeron P. J. 2002. Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off Point Lookout, Queensland, Australia. *Canadian Journal Zoology* 80(6): 973-979. DOI: 10.1139/Z02-075
- Choumilin K., Godínez Orta L., Nikolaeva N., Derkachev A. y E. Shumilin. 2009. Evaluation of contribution sources for the sediments of the La Paz Lagoon, based on statistical treatment of the mineralogy of their

heavy fraction and surrounding rock and drainage basin characteristics. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 61(1): 97-109.

Defran R.H. y D.W. Weller. 1999. Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of San Diego, California. *Marine Mammal Science* 15(2): 366-380.

Defran R.H., Kelly D.L., Shultz G.M., Weaver A.C. y M. Espinoza. 1986. *The occurrence and movements of Bottlenose Dolphin in the Southern California Bight*. Southwest Fisheries Center Administrative Report LJ-86-06C (unpublished).

Defran R.H., Schultz G.M. y D.W. Weller. 1990. A technique for the photo-identification and cataloging of dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). En: P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (Eds.), *Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters* (pp. 53-55). Reports of the International Whaling Commission.

Defran R.H., Weller D.W., Kelly D.L. y M.A. Espinosa. 1999. Range characteristics of pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the southern California bight. *Marine Mammal Science* 15(2): 381-393.

Del Monte Luna P., Arreguín Sánchez F., Godínez Orta L. y C.A. López Ferreira. 2005. Batimetría actualizada de La Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *CICIMAR Oceánides* 20(1,2): 75-77.

Delgado-Estrella A. 2015. Patrones de residencia y movimientos a largo plazo de las toninas *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México. *Therya* Vol 6 (2): 297-314. DOI: 10.12933/therya-15-265, ISSN 2007-3364.

Díaz-Gamboa G.R. 2001. Tamaño poblacional y residencia de las toninas (*Tursiops truncatus*) en La Ensenada de La Paz, B.C.S. 1998-1999. [Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán]. Biblos-e Archivo.

Dinis A., Alves F., Nicolau C., Ribeiro C., Kaufmann M., Cañadas A. y L. Freitas. 2016. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* group dynamics, site fidelity, residency and movement patterns in the Madeira Archipelago (North-East Atlantic). *African Journal of Marine Science* 38(2): 151-160. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2016.1167780>

Dobson A.P. 1998. *Conservation and Biodiversity*. Scientific American Library.

Eisfeld S.M. 2003. *The social affiliation and group composition of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in the outer southern Moray Firth, NE Scotland*. [Tesis de maestría. University of Wales]. Biblos-e Archivo.

- Esqueda-Escárcega G.M., Hernández-Trujillo S., Aceves-Medina G., Futema-Jiménez S. y J. Reyes Hernández-Alfonso. 2013. Pastoreo del microzooplancton en la Ensenada de la Paz, B.C.S., México. *Latin american journal of aquatic research* 41(3): 545-557. DOI: 103856/vol41-issue3-fulltext-16.
- Felix F. 1994. Ecology of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Investigations on Cetacea* 25: 235-256.
- Félix F. 1997. Organization and social structure of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Aquatic Mammals* 23(1): 1-16.
- Félix-Pico E.F., Holguín-Quiñones O.E., Hernández-Herrera A. y F. Flores-Verdugo. 2006. Producción primaria de los mangles del Estero El Conchalito en Bahía de La Paz (Baja California Sur, México). *Ciencias marinas* 32(1a): 53-63.
- Friday N., Smith T., Stevick P. y J. Allen. 2000. Measurement of photographic quality and individual distinctiveness for the photographic identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. *Marine Mammal Science* 16: 355-374.
- Friday N.A., Smith T.D., Stevick P.T., Allen J. y T. Fernald. 2008. Balancing bias and precision in capture-recapture estimates of abundance. *Marine Mammal Science* 24: 253-275. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00187.x>
- Fury C.A. y P.L. Harrison. 2008. Abundance, site fidelity and range patterns of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in two Australian subtropical estuaries. *Mar. Freshwat. Res.* 59: 1015-1027. DOI: 10.1071/MF08109
- Fury C.A., Ruckstuhl K.E. y P.L. Harrison. 2013. Spatial and Social Sexual Segregation Patterns in Indo-Pacific Bottlenose Dolphins (*Tursiops aduncus*). *PLoS ONE* 8(1): e52987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052987>
- García-González M.A. 2015. *Estructura social de toninas Tursiops truncatus en la laguna de Términos, Campeche*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México]. Biblos-e Archivo.
- García-Vital M., Morteo E., Martínez Serrano I., Delgado Estrella A., Bazúa y C. Durán. 2015. Inter-individual association levels correlate to behavioral diversity in coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Southwestern Gulf of Mexico. *Therya* 6(2): 337-350. DOI: 10.12933/therya-15-270, ISSN 2007-3364

- García-Vital, M. 2009. *Clasificación de marcas en la aleta dorsal de tursiones (Tursiops truncatus: Montagu, 1821) foto-identificados en las costas de Veracruz, México*. [Memoria de Residencia Profesional. Instituto Tecnológico de Boca del Río]. Biblos-e Archivo.
- Genov T., Centrih T., Kotnjek P. *et al.* 2019. Behavioural and temporal partitioning of dolphin social groups in the northern Adriatic Sea. *Mar Biol* 166: 11. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3450-8>
- Gero S., Bejder L., Whitehead H., Mann J. y R.C. Connor. 2005. Behaviourally Specific Preferred Associations in Bottlenose Dolphins, *Tursiops* Spp. *Canadian Journal Of Zoology* 83: 1566-1573. <https://doi.org/10.1139/z05-155>
- Gibbs S.E., Harcourt R.G. y C.M. Kemper. 2011. Niche differentiation of bottlenose dolphin species in South Australia revealed by stable isotopes and stomach contents. *Wildlife Res* 38: 261-270. DOI: 10.1071/WR10108
- Gibson Q.A. y J. Mann. 2008. Early social development in wild bottlenose dolphins: sex differences, individual variation, and maternal influence. *Animal Behaviour* 76: 375e387. DOI:10.1016/j.anbehav.2008.01.021
- Gibson Q.A. y J. Mann. 2008. The size, composition and function of wild bottlenose dolphin (*Tursiops* sp.) mother-calf groups in Shark Bay, Australia. *Animal Behaviour* 76. 389-405. DOI:10.1016/j.anbehav.2008.01.022
- Godde S.L., Humbert S.D., Coté D. Réale y H. Whitehead. 2013. Correcting for the impact of gregariousness in social network analyses. *Animal Behaviour* 85: 553-558. d. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.12.010>
- Goodall J. 1986. *The Chimpanzees of Gombe: Patterns Of Behavior*. The Belknap Press Of The Harvard University Press.
- Gormley A., Dawson S.M., Slooten E. y S. Brager. 2005. Capture-recapture estimates of Hector's dolphin abundance at Banks Peninsula, New Zealand. *Marine Mammal Science* 21: 204-216.
- Gowans S., Würsig B. y L. Karczmarski. 2008. The social structure and strategies of delphinids: Predictions based on an ecological framework. *Advances in Marine Biology* 53: 195e294. DOI: 10.1016/S0065-2881(07)53003-8.
- Gygax L. 2022. Evolution of group size in the dolphins and porpoises: interspecific consistency of intraspecific patterns. *Behavioral Ecology* 13(5): 583- 590. <https://doi.org/10.1093/beheco/13.5.583>

- Hansen L. 1990. A comparison of Photo-Identification Studies of California Coastal Bottlenose Dolphins. *International Whaling Commission* 12: 101-104.
- Hassell M.P. 1975. Density dependence in single-species populations. *Journal of Animal Ecology* 44: 283-295.
- Heckel G. 1992. Fotoidentificación de tursiones (*Tursiops truncatus*) (Montagu, 1821) en la boca de corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). B.Sc. dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Mexico.
- Hershkovitz P. 1966. *Catalog of living whales*. Bulletin of the United States National Museum.
- Herzing D.L. y B. Brunnick. 1997. Coefficients of association of reproductively active female Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis*. *Aquatic Mammals* 23(3): 155-162.
- Hidalgo-González R. y S. Alvarez-Borrego. 2000. Chlorophyll profiles and the water column structure in the gulf of California. *Oceanologica acta*. 24(1): 19-28.
- Hoese H.D. 1971. Dolphin feeding out of water in a salt marsh. *Journal of Mammalogy* 52(1): 222-223.
- Hohn A.A., Reynolds J.E., Wells R.S. y S.D. Eide. 2001. The Bottlenose Dolphin: Biology and Conservation. *Ecology* 82(9): 2668-2670.
- Huang B., Thorne P.W., et. al. 2017. *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5)*, Upgrades, validations, and intercomparisons. J.
- Hupman K. 2016. Photo-identification and its application to gregarious dolphins: Common dolphins (*Delphinus* sp.) in the Hauraki Gulf, New Zealand. [Tesis de Doctorado. Massey University]. Biblos-e Archivo.
- Hupman K., Stockin K.A., Pollock K., Pawley M.D.M., Dwyer S.L., Lea C. y G. Tezanos Pinto. 2018. Challenges of implementing Mark-recapture studies on poorly marked gregarious delphinids. *PLoS ONE* 13(8): e0203356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198167>
- Islas-Villanueva V. 2010. Genetic characterization and social structure of the East Scotland population on bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). [Tesis de Doctorado. University of St Andrews]. Biblos-e Archivo.
- Jefferson T.A., Leatherwood S. y M. Webber. 1993. *Marine mammals of the world: FAO Species Identification Guide*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jewell P.A. 1966. The concept of home range in mammals. *Symposium of the Zoological Society of London* 18: 85-109.

- Jiménez Veintimilla P. y J.J. Alava. 2014. Population Ecology and Anthropogenic Stressors of the Coastal Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) in the El Morro Mangrove and Wildlife Refuge, Guayaquil Gulf, Ecuador: Toward Conservation and Management Actions. En: J.B. Samuels (Eds.), *Dolphins: Ecology, Behavior and Conservation Strategies* (pp. 130-165). Nova Science Publisher.
- Jiménez-Illescas A.R. 1997. Oceanografía física de la Bahía de La Paz, B.C.S. En: R.J. Urbán y M. Ramírez R. (Eds.), *La Bahía de La Paz, investigación y conservación* (pp. 31-41). UABCS-CICIMAR-SCRIPPS.
- Juliano S.A. 2007. Population dynamics. *Journal of the American Mosquito Control Association* 23(sp2): 265-275.
- Kenney R.D. 1990. Bottlenose dolphins off the Northeastern United States. En: S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.), *The Bottlenose Dolphin* (pp. 369-386). Academic Press Inc.
- Kiszka J., Macleod K., Van Canneyt O., Walker D. y V. Ridoux. 2007. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1033-1043. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm067>
- Krause J., Lusseau D. y R. James. 2009 Animal social networks: an introduction. *Behav Ecol Sociobiol* 63: 967-973. DOI: 10.1007/s00265-009-0747-0
- Lankford R.R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico-Their origin and classification. En: M. Willey (Ed.), *Estuarine Processes* (pp. 182-215). Academic Press.
- Leatherwood S. 1979. Aerial survey of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, and the west Indian manatee, *Trichechus manatus*, in the Indian and Banana Rivers. *Florida Fishery Bulletin* 77: 47-59.
- Leatherwood S. 1982. Size of bottlenose dolphin populations in Indian River Florida. *International Whaling Commission* 32: 567-568.
- Leatherwood S. y R. Reeves. 1990. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press.
- Liu M., Lin M., Lusseau D. y S. Li. 2021. Intra-Population Variability in Group Size of Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*). *Front. Mar. Sci.* 8:671568. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.671568>
- Lodi L. y C. Monteiro-Neto. 2012. Group size and composition of *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) in a coastal insular habitat off southeastern Brazil. *Biotemas*. 25: 157-164. DOI: 10.5007/2175-7925.2012v25n2p157

- Lodi L. y R. Tardin. 2018. Site fidelity and residency of common bottlenose dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in a coastal insular habitat off southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 13(1): 53-63.
- López S.G. 2013. *Caracterización física y evaluación del impacto antropogénico en los principales humedales de manglar en La Bahía De La Paz, Baja California Sur*. [Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Biblos-e Archivo.
- Lugo A.E. y A.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 5: 39-64.
- Lusseau D. 2006. Evidence for social role in a dolphin social network. *Evol Ecol* 21: 357-366.
- Lusseau D., Schneider K., Boisseau O.J., Haase P., Slooten E. y S.M. Dawson 2003. The bottlenose dolphin community of doubtful sound features a large proportion of long-lasting associations can geographic isolation explain this unique trait? *Behav Ecol Sociobiol* 54(4): 396-405. DOI: 10.1007/s00265-003-0651-y
- Majolo B. y P. Huang. 2018. Group Living. In J. Vonk y T. Shackelford. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-47829-6\_1865-1
- Mandujano S. 2011. *Ecología de poblaciones aplicada al manejo de Fauna Silvestre: Cuatro conceptos (N,  $\alpha$ , MSY, Pe)-Manejo de vida silvestre No. 3*. Instituto Literario de Veracruz S.
- Mann J. 2000. Unraveling the dynamics of social life: long-term studies and observational methods. En: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (Eds.), *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales* (pp. 45-64). University of Chicago Press.
- Mann J. y B. Sargeant. 2003. Like mother, like calf: The ontogeny of foraging traditions in wild Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). En: D.M. Fragaszy y S. Perry (Eds.), *The biology of traditions: models and evidence* (pp 236-266). Cambridge University Press.
- Mann J. y B.L. Sargeant. 2003. Like mother, like calf: the ontogeny of foraging traditions in wild Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). En: D.M. Fragaszy y S. Perry (Eds.), *The Biology of Traditions* (pp. 236e265). Cambridge University Press.
- Mann J., Connor R.C., Barre L.M. y M.R. Heithaus. 2000. Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): life history, habitat, provisioning, and group size effects. *Behavioral Ecology* 11: 210e219.

- Mann J.C. y B.B. Smuts. 1998. Natal attraction: Allomaternal care and mother-infant separation in wild bottlenose dolphin. *Animal Behavior* 55: 1097-1113.
- Mann J.C., Connor R.C., Tyack P.L. y H. Whitehead. 2000. *Cetacean societies*. The University of Chicago Press.
- Marcín-Medina R. 1997. *Comportamiento del tursión (Tursiops truncatus, Montagu, 1821) en la Ensenada De La Paz, Baja California Sur, México*. [Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN]. Biblos-e Archivo.
- Marcín-Medina R. 2010. *Uso del hábitat del tursión (Tursiops truncatus) en relación a factores ambientales y antropogénicos en La Ensenada y Sur de La Bahía de La Paz, B.C.S. México*. [Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN]. Biblos-e Archivo.
- Márquez-Segovia M.A. 2022. *Uso de hábitat de las toninas (Tursiops truncatus) en la Ensenada De La Paz, B.C.S, México, mediante monitoreo acústico pasivo*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur]. Biblos-e Archivo.
- Martínez-Serrano I., Serrano, A., Heckel G. y Y. Schramm. 2011. Distribution and home range of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off Veracruz, Mexico. *Ciencias Marinas* 37(4A): 379-392.
- McHugh K.A., Allen J.B., Barleycorn A. y R.S. Wells. 2011. Natal philopatry, ranging behavior, and habitat selection of juvenile bottlenose dolphins in Sarasota Bay, FL. *J Mammal* 92: 1298-1313. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-026.1>
- Merriman M.G., Markowitz T.M., Harlin-Cognato A.D. y K.A. Stockin. 2009. Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) Abundance, Site Fidelity, and Group Dynamics in the Marlborough Sounds, New Zealand. *Aquatic Mammals* 35(4): 511-522. DOI 10.1578/AM.35.4.2009.511
- Methion S., Paradell O.G., Padín X.A., Corrège T. y B.D. López. 2022. Group size varies with climate and oceanographic conditions in bottlenose dolphins. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1547502/v1>
- Michel E. 1986. *Avistamientos de cetáceos en el área de la Bahía de La Paz, BCS. México (mayo a diciembre de 1985)*. [Reporte no publicado. Centro Regional de Investigación pesquera, La Paz].
- Milligan G.W. y M.C. Cooper. 1987. Methodology Review: Clustering Methods. *Applied Psychological Measurement* 11(4): 329-354.

- Mitchell E. 1975. *Porpoise, Dolphin and Small whale fisheries of the world: status and problems*. International Union for Conservation of Nature (IUCN).
- Moller L.M., Beheregaray L B., Allen S.J. y R.G. Harcourt. 2006. Association patterns and kinship in female Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) of southeastern Australia. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61: 109-117. DOI: 10.1007/s00265-006-0241-x
- Morteo E. 2002. Distribución y movimientos del tursión (*Tursiops truncatus*; Montagu, 1821) en las aguas adyacentes a San Quintín, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California] Biblos-e Archivo.
- Morteo E. e I. Hernández. 2007. Resultados preliminares sobre la relación entre delfines *Tursiops truncatus*, embarcaciones y artes de pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: A. Granados-Barba, L.G. Abarca Arenas y J.M. Vargas-Hernández (Eds.), *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano* (pp. 241-256). Universidad Veracruzana- Universidad Autónoma de Campeche.
- Morteo E., A. Rocha-Olivares, P. Arceo-Briseño y L. G Abarca-Arenas. 2012. Spatial analyses of bottlenose dolphin-fisheries interactions reveal human avoidance off a productive lagoon in the western Gulf of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92: 1893-1900.
- Morteo E., Bolaños Jiménez J., Delfin C. *et al.* 2017. *Dinámica poblacional de la comunidad de delfines (Tursiops truncatus) en las aguas costeras de Alvarado, México*. [Proyecto de investigación, Universidad Veracruzana]
- Morteo E., Heckel G., Defran R y Y. Schramm. 2004. Distribution, movements and group size of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) South off San Quintín, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 30: 35-46.
- Morteo E., Heckel G., Defran R.H. y Y. Schramm. 2004. Distribution, movements and group size of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) to the south of San Quintín Bay, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* 30(1A): 35-46.
- Morteo E., Rocha Olivares A. y L.G. Abarca Arenas. 2014. Sexual segregation of coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southwestern Gulf of Mexico. *Aquatic Mammals* 40(4): 375-385. DOI: 10.1578/AM.40.4.2014.375
- Newman M.E. 2004. Analysis of weighted networks. *Physical Review E-Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics* 70(5): 1-9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.056131>

- Obeso Nieblas M. 2003. *Variabilidad espaciotemporal de las condiciones oceanográficas de la Bahía de La Paz, BCS, México*. [Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN] Biblos-e Archivo.
- Obeso Nieblas M., Shirasago B., Sánchez Velasco L. y J.H. Gaviño Rodríguez. 2004. Hydrographic variability in Bahía de La Paz, BCS, Mexico, during the 1997-1998 El Niño. *Deep Sea Research* 51(2): 51: 689-710.
- Osuna I. 1986. *Evolución holocénica de la laguna de La Paz, B.C.S., México*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur] Biblos-e Archivo.
- Owen E.C., Hofmann S. y R.S. Wells. 2002. Ranging and social association patterns of paired and unpaired adult male bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in Sarasota, Florida, provide no evidence for alternative male strategies. *Canadian Journal of Zoology* 80: 2072-2089.
- Ozgul A., Oli M.K., Armitage K.B., Blumstein D.T. y D.H. Van Vuren. 2009. Influence of local demography on asymptotic and transient dynamics of a yellow-bellied marmot metapopulation. *American Naturalist* 173: 517-530. DOI: 10.1086/597225.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). 2017. *Comunicado de la PROFEPA: Cumplimiento en dragado a canal de navegación de La Bahía De La Paz, B.C.S.* <https://www.gob.mx/profepa/prensa/constata-profepa-cumplimiento-en-dragado-a-canal-de-navegacion-de-la-bahia-de-la-paz-b-c-s>
- Quintana Rizzo E. y R.S. Wells. 2001. Resighting and association patterns of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Cedar Keys, Florida: Insights into social organization. *Canadian Journal of Zoology* 79: 447-456. DOI: 10.1139/cjz-79-3-447.
- Quintana-Rizzo P. 2006. *Group fission-fusion dynamics and communication in the bottlenose dolphin (Tursiops truncatus)*. [Tesis de Maestría. University of South Florida] Biblos-e Archivo.
- Randić S., Connor R.C., Sherwin W.B. y M. Krützen. 2012. A novel mammalian social structure in Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): complex male alliances in an open social network. *Proc R Soc B Biol Sci* 279: 3083-3090. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0264>
- Reyes-Salinas A.R., Cervantes-Duarte R.A., Morales-Pérez y J.E. Valdez-Holguín. 2003. Variabilidad estacional de la productividad primaria y su relación con la estratificación vertical en la Bahía de la Paz, B. C. S. *Hidrobiológica* 13(2): 103-110.

- Rodríguez F.M. 2018. *Ecología Poblacional del tursión (Tursiops truncatus) en Laguna San Ignacio, B.C.S., durante las Temporadas Invernales del 2009 Al 2018*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur] Biblos-e Archivo.
- Rodríguez G.D. 1999. *Metales pesados en sedimentos de la Ensenada de La Paz, B.C.S., México*. [Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN] Biblos-e Archivo.
- Rodriguez L.K., Fandel A.D., Colbert B.R., Testa J.C. y H. Bailey. 2021. Spatial and temporal variation in the occurrence of bottlenose dolphins in the Chesapeake Bay, USA, using citizen science sighting data. PLoS ONE 16(5): e0251637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251637>
- Rogers C.A., Brunnick B.J., Herzing D.L. y J.D. Baldwin. 2004. The social structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Bahamas. Mar. Mamm. Sci. 20: 688-708. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2004.tb01188.x>
- Rojo-Arreola L.C. 2002. *Tasas de reproducción e intervalos de nacimiento del tursión Tursiops truncatus, (Montagu, 1821) en La Bahía de La Paz, B.C.S.* [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur] Biblos-e Archivo.
- Ross G.J. 1977. The taxonomy of bottlenose dolphin *Tursiops* species in South African waters, with notes on their biology. Annals of the Cape Provincial Museums 11: 135-194.
- Roughgarden J. 1989. The structure and assembly of communities. En: Roughgarden, J., R. M. May, y S. A. Levin (Eds.), *Perspective in ecological theory* (pp. 203-226). Princeton University Press.
- Rushing C.S., Ryder T.B., Scarpignato A.L., Saracco J.F. y P.P. Marra. 2015. Using demographic attributes from long-term monitoring data to delineate natural population structure. Journal of Applied Ecology 53(2): 491-500. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12579>
- Salazar G.N. 2018. *Asociaciones y tamaño de grupo de los tursiones (Tursiops truncatus) en Laguna San Ignacio B.C.S. México durante los inviernos de 2009-2012, a partir de avistamientos de oportunidad*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán] Biblos-e Archivo.
- Salinas F. 2000. *Mezcla turbulenta y transporte de masa en la Bahía y Ensenada de La Paz, BCS. Experimentación y modelación numérica*. [Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN] Biblos-e Archivo.
- Salinas-Zacarías M.A. 2005. *Ecología de los tursiones, Tursiops truncatus, en la Bahía de La Paz, B.C.S.* [Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN] Biblos-e Archivo.

- Sánchez J.B., Smith O. y J. Urbán. 1992. Preliminary results of the population structure and ecology of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in la Paz Harbord B.C.S. En: Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina (Ed.), *XVII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos* (pp. 137-160). Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina.
- Scott M.D. y S.J. Chivers. 1990. Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. En: S. Leatherwood y R.R. Reeves (Eds.), *The bottlenose Dolphin* (pp. 35-43). Academic Press.
- Scott M.D., R.S. Wells y A.B. Irving. 1990. A long-term study of bottlenose dolphins on the West coast of Florida. En: S. Leatherwood y R.R. Reeves (Eds.), *The bottlenose Dolphin* (p. 653). Academic Press.
- Schramm Y. 1993. *Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín Tursiops truncatus (Montagu, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae)*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara] Biblos-e Archivo.
- SDRP (Sarasota Dolphin Research Program). 2006. *Field techniques and photo-identification. Sarasota Dolphin Research Program*.
- Segura I., Rocha Olivares A., Flores Ramírez S. y L. Rojas Bracho. 2006. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. *Biological Conservation* 133(3): 336-346. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.06.017.
- Shaffer M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31: 131-134.
- Shane S.H., Wells, R.S. y B. Würsig. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Mar. Mamm. Sci.* 2: 34-63.
- Sheskin D.J. 2007. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. ISBN: 1584888148.
- Smolker R.A., Richards A.E., Connor R.C. y J.W. Pepper. 1992. Sex differences in patterns of associations among Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behaviour* 123: 38-69.
- Syme J., Kiszka J.J. y G.J. Parra. 2022. How to define a dolphin “group”? Need for consistency and justification based on objective criteria. *Ecology and Evolution* 12: e9513. <https://doi.org/10.1002/ece3.9513>
- Timpane Padgham B.L., Beechie T. y T. Klinger. 2017. A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration. *PLoS ONE* 12(3): e0173812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173812>

- Toth J.L., Hohn A.A., Able K.W. y A.M. Gorgone. 2010. Patterns of seasonal occurrence, distribution, and site fidelity of coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern New Jersey, U.S.A. *Marine Mammal Science* 27(1): 94-110. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00396.x>
- Tyne J.A., Pollock K.H., Johnston D.W. y L. Bejder. 2014. Abundance and survival rates of the Hawaii Island associated spinner dolphin (*Stenella longirostris*) stock. *PLoS ONE* 9: e86132. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086132>
- Urbán J. y A. Aguayo. 1987. Cetáceos observados en la Costa Occidental de la Península de Baja California México de septiembre 1981 a enero 1985. En: Sociedad Mexicana de Mastozología Marina (Ed.), *X Memorias Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos* (p. 160-168). Instituto Nacional de la Pesca.
- Urbán J., Gómez Gallardo A., Palmeros R. y G. Vázquez. 1997. Los Mamíferos Marinos de La Bahía de La Paz, B.C.S. pp. 201-236. En: R.J. Urbán y M. Ramírez R. (Eds.), *La Bahía de La Paz, investigación y conservación* (p. 345). UABCS-CICIMAR-SCRIPPS.
- Urian K. W., Hohn A. A. y L. J. Hansen. 1999. *Status of the photo-identification catalog of coastal bottlenose dolphins of the western North Atlantic*. National Oceanic and Atmospheric Administration Administrative Report, NMFS-SEFSC-425.
- Urian K., Gorgone A., Read A., Balmer B., Wells R.S., Berggren P. *et al.* 2014. Recommendations for photo-identification methods used in capture-recapture models with cetaceans. *Marine Mammal Science* 31: 298-321. <https://doi.org/10.1111/mms.12141>
- Valadés M. S. 2002. *Abundancia y residencia del tursión *Tursiops truncatus* Cetacea, Delphinidae en La Ensenada de La Paz, B.C.S. 1989-1994*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur] Biblos-e Archivo.
- Vargas-Fonesca O.A., Kirkman S.P., Conry D., Rishworth G.M., Cockcroft V. y P.A. Pistorius. 2018. Distribution and habitat use of IndoPacific bottlenose dolphins *Tursiops aduncus* along the south coast of Soth Africa. *African Journal of Marine Science* 40(4): 439-450. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2018.1547221>
- Vermeulen E. 2018. Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bahia San Antonio, Argentina. *Marine Mammal Science*. 34. 10.1111/mms.12481. <https://doi.org/10.1111/mms.12481>
- Weller D. W. 1991. *The social ecology of Pacific coast bottlenose dolphins*. [Tesis de Maestría. San Diego State University]. Biblos-e Archivo.

- Wells R. S. 2003. Dolphin social complexity: lessons from long-term study and life history. En: F.B. de Waal y P.L. Tyack (Eds.), *Animal Social Complexity: Intelligence, Culture and Individualized Societies* (p. 31e56). Harvard University Press.
- Wells R. S. 2014. Social structure and life history of common bottlenose dolphins near Sarasota Bay, Florida: Insights from four decades and five generations. En: J. Yamagiwa y L. Karczmarski (Eds.), *Primates and Cetaceans: Field Research and Conservation of Complex Mammalian Societies* (pp. 149-172). Springer.
- Wells R. S., Irvine A. B. y M. D. Scott. 1980. The social ecology of inshore odontocetes. En: LM Herman (Ed.), *Cetacean behavior: mechanisms and functions* (pp. 263-317). Wiley.
- Wells R. y M. Scott. 2018. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* common bottlenose dolphin. En: B. Wursig, J. Thewissen y M.K. Kovacs (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 118-125). Academic Press.
- Wells R., Scott M. y A. Irvine. 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. En: Genoways H. (Ed.) *Current mammalogy* (pp. 247-305). Plenum Press.
- Wells R.S. 1993. The marine mammals of Sarasota Bay. En: *Sarasota Bay: 1992. Framework for Action* (pp. 9.1-9.23). Sarasota Bay National Estuary Program.
- Wells R.S. 2014. Social structure and life history of common bottlenose dolphins near Sarasota Bay, Florida: Insights from four decades and five generations. En: J. Yamagiwa y L. Karczmarski (Eds.), *Primates and Cetaceans: Field Research and Conservation of Complex Mammalian Societies* (pp. 149-172). Primatology Monographs, Springer.
- Wells R.S., McHugh K.A., Douglas D.C., Shippee S., Berens McCabe E.J., Barros N.B. y G.T. Phillips. 2013. Evaluation of potential protective factors against metabolic syndrome in bottlenose dolphins: Feeding and activity patterns of dolphins in Sarasota Bay, Florida. *Front. Endocrinol* 4: 139. <https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00139>
- Wells R.S., Scott M.D. y A.B. Irvine. 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. En: H.H. Genoways (Ed.), *Current Mammalogy* (pp. 247-305). Plenum Press.
- Wey T., Blumstein D.T., Shen W. y F. Jordán. 2008. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Anim Behav* 75: 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.06.020>
- White D.J. y V.A. Smith. 2007. Testing measures of animal social association by computer simulation. *Behaviour* 144(11): 1447-1468.

- Whitehead H. 1995. Investigating structure and temporal scale in social organizations using identified individuals. *Behavioral Ecology* 6: 199-208.
- Whitehead H. 2009. SOCPROG programs: analyzing animal social structures. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63: 765-778. <https://doi.org/10.1007/s00265-008-0697-y>
- Whitehead H. 2010. Conserving and managing animals that learn socially and share cultures. *Learn Behav* 38: 329-336. <https://doi.org/10.3758/LB.38.3.329>
- Whitehead H., Christal J. y P.L. Tyack. 2000. Studying cetacean social structure in space and time: innovative techniques. En: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (Eds.), *Cetacean Societies* (pp. 65-87). University of Chicago Press.
- Whithead H. y S. Dufault. 1999. Techniques for Analyzing Vertebrate Social Structure Using Identified Individual: Review and Recommendations. *Advances in the Study of Behavior* 28: 33-74
- Wilson B., Thompson P.M. y P.S. Hammond. 1997. Habitat Use by Bottlenose Dolphins: Seasonal Distribution and Stratified Movement Patterns in the Moray Firth, Scotland. *Journal of Applied Ecology* 34(6): 1365-1374. <https://doi.org/10.2307/2405254>
- Williams B.K., Nichols J.D. y M.J. Conroy. 2002. *Analysis and Management of Animal Populations: Modeling, Estimation, and Decision Making*. Academic Press.
- Williams J.A., Dawson S.M. y E. Slooten. 1993. The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Canadian Journal of Zoology* 71: 2080-2088.
- Woodroffe R., O'Neill H. y D. Rabaiotti. 2019. Within- and between-group dynamics in an obligate cooperative breeder. *Journal of Animal Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13102>
- Würsig B. y M. Würsig. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science* 198: 755-756.
- Würsig B. y T. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12): 43-52.
- Würsig B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 12): 43-52.