

**ESTUDIO ETOLÓGICO DEL TIBURON LIMÓN (*Negaprion brevirostris*) EN  
CONDICIONES DE SEMI-CAUTIVERIO EN EL OCEANARIO ISLAS DEL  
ROSARIO-CEINER (BOLÍVAR, COLOMBIA)**

**Trabajo de Investigación para optar al título de Biólogo Marino**

**Presentado por:**  
JAREM JAVIER ZAPATA O'NEILL

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA  
CARTAGENA DE INDIAS  
2025**

**ESTUDIO ETOLÓGICO DEL TIBURON LIMÓN (*Negaprion brevirostris*) EN  
CONDICIONES DE SEMI-CAUTIVERIO EN EL OCEANARIO ISLAS DEL  
ROSARIO-CEINER (BOLÍVAR, COLOMBIA)**

**Trabajo de Investigación para optar al título de Biólogo Marino**

**Presentado por:**  
JAREM JAVIER ZAPATA O'NEILL

**Director:**  
LUZ MARINA MEJÍA LADINO, M. Sc.

**Codirector:**  
JAIME ROJAS M. Sc.

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA  
CARTAGENA DE INDIAS  
2025**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por la oportunidad de realizar un sueño que desde niño anhelé, y era el tener la oportunidad de realizar mi trabajo de grado como biólogo marino con mi animal favorito, los tiburones, y es algo que no muchas personas de la comunidad científica pueden experimentar.*

*A mis padres por todo el apoyo, fortaleza y consejos brindados durante toda mi carrera, pues no hay palabras suficientes para expresar el nivel de gratitud que siento hacia ellos. El proceso no fue fácil en todas sus etapas, pero la consistencia y perseverancia que tuve durante este tiempo, es y fue gracias a ustedes, me brindaron todos los valores y facciones de personalidad que, me hacen ser una persona que siempre esta abierta a tener nuevos puntos de vista, y sobre todo que el no tener la razón a veces es algo bueno.*

*Al personal del CEINER y del Oceanario de las Islas del Rosario, mi familia y yo agradecemos enormemente la oportunidad de desarrollar la etapa más importante de mi formación profesional, y por todas las enseñanzas y momentos que durante ese tiempo tuve la gran dicha de vivir con ustedes. Aprendí mucho sobre que tipo de biólogo aspiro a ser, y me disculpo por cualquier inconveniente o error que pude llegar a cometer durante mi estancia, sin embargo, muchos de ellos me sirvieron para aprender el cómo se deben manejar muchas situaciones que voy a llegar a enfrentar durante mi vida profesional.*

*Al Señor Jaime Rojas, especialmente por el voto de confianza y por las directrices brindadas durante mi estancia en el centro de investigación, ya que es una persona de admirar y de tener como referencia para tener una carrera profesional exitosa, y me siento muy orgulloso de poder decir que tuve la oportunidad de ver como se desenvuelve en el campo de trabajo.*

*A mi directora de proyecto Luz Marina Mejía Ladino, por la oportunidad y seguridad a ojos cerrados para la elaboración de este proyecto, y toda la paciencia y tiempo dedicado para las enseñanzas, obtención de insumos y correcciones durante mi tiempo como estudiante y tesista. Profesores que se esfuercen por sacar lo mejor de sus estudiantes es lo que le hace falta a este país y me honra haber contado con usted en los momentos que tuve que contar.*



*A Giulliani O'Neill, mi prima, por la atención y preocupación durante mi proceso de estudio, y por ayudarme a conseguir mi equipo de filmación para la elaboración de la parte metodológica y registros fotográficos.*

*A Sergio Bustamante Pereira y a su familia, por todo lo brindado, parte de este proyecto no hubiese sido posible sin el auxilio que me brindaron durante parte de la elaboración del documento, y de igual forma, durante mi estancia en la ciudad durante la última parte de mi carrera profesional.*

*A toda mi familia agradecerles por las palabras de aliento, por la confianza y por todo lo que durante estos años han hecho por mi durante toda mi vida, no está de más decir que ustedes son, y seguirán siendo, todo por lo que lucho y que siempre tendrán un lugar de prioridad en todos mis proyectos y mi corazón.*



## ÍNDICE

1. Introducción
2. Justificación
3. Marco teórico y estado del arte
4. Planteamiento del problema
5. Objetivos
6. Metodología
  - 6.1. Área de estudio
  - 6.2. Variables
  - 6.3. Fase de campo
    - 6.3.1. Reconocimiento de los individuos
    - 6.3.2. Muestreos Etológicos
      - \*Muestreo Preliminar
      - \* Muestreo *Ad libitum*
      - \* Muestreo Animal Focal
      - \* Muestreo Uno – Cero
    - 6.4.3.1. Matriz Observador (Alimentación – Reproducción)
    - 6.4.3.2. Matriz Video (Alimentación)
  - 6.5. Fase de Gabinete
7. Resultados
  - 7.1. Descripción de individuos
  - 7.2. Muestreo preliminar
  - 7.3. Muestreo *Ad libitum*
  - 7.4. Muestreo Animal Focal
  - 7.5. Muestreo Uno – Cero
  - 7.6. Índice de Fiabilidad
  - 7.7. Variables Abióticas
  - 7.8. Etograma
8. Discusión
9. Conclusiones
10. Bibliografía



## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Variables bióticas y abióticas del presente estudio.....	28
Tabla 2. Esfuerzo de observación empleado por diferentes autores en cada uno de los métodos de muestreo etológicos. ....	32
Tabla 3. Esfuerzo de observación para el muestreo <i>Ad libitum</i> .....	35
Tabla 4. Esfuerzo de observación para el muestreo <i>Ad libitum</i> .....	37
Tabla 5. Etograma inicial.....	38
Tabla 6. Esfuerzo de observación para el muestreo Animal Focal .....	43
Tabla 7. Esfuerzo de observación muestreo Uno-Cero .....	45
Tabla 8. Ejemplares observados de <i>Negaprion brevirostris</i> .....	48
Tabla 9. Caracteres distintivos de los individuos de <i>N. brevirostris</i> (Ejemplar M1) (M=Macho: H=Hembra). ....	49
Tabla 10. Caracteres distintivos de los individuos de <i>N. brevirostris</i> (Ejemplar M2) (M=Macho: H=Hembra). ....	50
Tabla 11. Caracteres distintivos de los individuos de <i>N. brevirostris</i> (Ejemplar M3) (Macho: H=Hembra). ....	51
Tabla 12. Caracteres distintivos de los individuos de <i>N. brevirostris</i> (Ejemplar H1) (M=Macho: H=Hembra). ....	52
Tabla 13. Caracteres distintivos de los individuos de <i>N. brevirostris</i> (Ejemplar H2) (M=Macho: H=Hembra). ....	53
Tabla 14. Comparación de subeventos según trabajos previos.....	53
Tabla 15. Sub-estados, eventos y sub-evento finales observados en el presente estudio. .	55
Tabla 16. Eventos y sub-eventos del subestado Desplazamiento – Nado <u>C</u> ontinuo.....	59
Tabla 17. Eventos y sub-eventos del subestado Desplazamiento – Nado Discontinuo. ....	60
Tabla 18. Sub-estados y eventos del estado Locomoción - Acicalamiento.....	62
Tabla 19. Sub-estados y eventos del estado Alimentación .....	63
Tabla 20. Eventos del Subestado Interacción.....	<u>63</u>
Tabla 21. Sub-estados y eventos del estado Espaciamiento. ....	65
Tabla 22. Frecuencias totales de eventos y sub-eventos machos vs hembras.....	67
Tabla 23. Frecuencias de los eventos nado continuo vs nado discontinuo.....	68
Tabla 24. Frecuencia de sub-eventos de nado continuo .....	69
Tabla 25. Frecuencia de sub-eventos de nado discontinuo.....	70



Tabla 26. Frecuencia de Inspección en tiburones de la especie <i>N. brevirostris</i> .....	71
Tabla 27. Frecuencias de los diferentes acicalamientos .....	73
Tabla 28. Frecuencias de interacción entre individuos .....	74
.....	74
Tabla 29. Frecuencia de eventos de recolección .....	76
.....	76
Tabla 30. Frecuencia de descansos por individuo.....	77
Tabla 32. Eventos realizados por jornada de cada individuo .....	85



## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Etograma general de <i>G. cirratum</i> en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003). .....	16
Figura 2. Etograma reproductivo de <i>G. cirratum</i> en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003). Continuación. ....	17
Figura 3. Etograma reproductivo de <i>G. cirratum</i> en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003) Continuación. ....	18
Figura 4. Oceanario Islas del Rosario-CEINER. Tomado de: CEINER (2024) .....	25
Figura 5. Esquema del encierro en el mar donde se realizó el estudio. ....	27
Figura 6. Registro de individuos. ....	31
Figura 7. Tipos de muestreos etológicos. ....	34
Figura 8. Esfuerzo de observación para el muestreo <i>Ad Libitum</i> . ....	36
Figura 9. Sub-eventos nado continuo. ....	60
Figura 10. Sub-eventos nado discontinuo .....	61
Figura 11. Eventos de acicalamiento .....	62
Figura 13. Eventos de interacción .....	64
Figura 14. Eventos de descanso .....	65
Figura 15. Porcentajes de eventos machos vs hembras. ....	67
Figura 16. Frecuencias observadas en nado continuo comparadas con las observadas en nado discontinuo. ....	68
Figura 17. Frecuencia de sub-eventos de nado continuo. ....	70
Figura 18. Frecuencia de sub-eventos de nado discontinuo. ....	71
Figura 19. Frecuencia de Inspección en tiburones de la especie <i>N. brevirostris</i> . ....	72
Figura 20. Frecuencias de los diferentes acicalamientos .....	73
Figura 21. Frecuencias de interacción entre individuos. ....	74
Figura 22. Frecuencia de eventos de recolección .....	76
Figura 23. Frecuencia de descansos por individuo .....	77
Figura 24. Eventos alimentarios Machos vs. Hembras. ....	78
Figura 25. Eventos individuales de recolección. ....	80
Figura 26. Eventos alimentarios Machos vs Hembras (Video) .....	81
Figura 27. Muestreo Uno Cero de cada individuo (Video) .....	82
Figura 28. Eventos por jornada de cada individuo. ....	85
Figura 29. Etograma <i>Negaprion brevirostris</i> . ....	86



## RESUMEN

La etología es el estudio del comportamiento animal utilizando el método científico, considerando que dicho comportamiento puede adaptarse según el entorno en el que se encuentren los animales. En su etapa inicial, esta ciencia se enfoca en analizar, mediante observaciones y registros, lo que ocurre en realidad, hasta identificar secuencias de acciones que, aunque en un principio parezcan inconexas, forman estructuras de conducta definidas y funcionales. Los comportamientos de un individuo siguen patrones específicos que pueden agruparse en categorías, organizadas en estados y eventos, los cuales se tienen en cuenta al elaborar etogramas. Los estados son comportamientos con una duración lo suficientemente larga para ser observados periódicamente, como el sueño o la alimentación, mientras que los eventos son acciones más esporádicas y breves, difíciles de cuantificar, pero posibles de registrar (Hage y Mellen, 1983). El presente trabajo tiene como objetivo determinar los patrones etológicos del tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) en condiciones de semicautiverio en el Oceanario Islas del Rosario-CEINER, mediante la implementación de tres tipos de métodos muestrales para la observación y tratamiento de los patrones de comportamientos de esta especie, los cuales fueron plasmados en un etograma. En total se observaron tres machos y dos hembras de *N. brevirostris* a lo largo de 380 horas de observación y tres meses de muestreo. Para la obtención del etograma del tiburón limón se obtuvo a partir del método *Ad libitum* preliminar y *Ad libitum* un total de 6 sub-estados, 19 eventos y 12 sub-eventos, dentro de los cuales, los pertenecientes al sub-estado de desplazamiento son los que presentan mayor variación de patrones, ya que, se desglosan doce sub-eventos; en el sub-estado Acicalamiento se registra un nuevo evento denominado roces con la malla; para el sub-estado recolección (Alimentación) se observaron los siete eventos descritos en trabajos previos; y en el sub-estado Interacción se registran cuatro eventos nuevos y en el sub-estado Descanso se registran dos eventos. Asimismo, a partir del método Animal Focal, se evidenció que, al agrupar las frecuencias de los eventos y sub-eventos con el fin de organizar el etograma final, se observó que, los machos a diferencia de las hembras presentan cierta uniformidad en cuanto a la frecuencia total de sus eventos y sub-eventos realizados. Y finalmente, con el método Uno-Cero en el sub-estado Recolección (Alimentación) se observó que, los rondeos y capturas son los eventos que presentan una frecuencia de ocurrencia más alta para los machos; y para las hembras, los eventos más frecuentes son las retiradas; en cambio, para los tanteos, imposiciones, revisiones y ramoneos son los eventos alimentarios con menor frecuencia, tanto en machos, como en hembras. Pese a que, con el método Uno-Cero en el sub-estado Reproductivo, se hizo un monitoreo de los eventos, no se registró ningún tipo de comportamiento de cortejo de machos. Se concluye que los individuos de la especie *N. brevirostris* son capaces de tener una gran capacidad de interacción entre ellos mismos, respetan el nivel que tiene cada uno en su jerarquía, y su competencia se basa en qué individuo es el más apto para disponer de los recursos dentro del encierro, pues el tamaño del individuo es lo que determina la dominancia.

**Palabras clave:** Etología, Tiburón Limón, Semi-cautiverio, Comportamiento.





## ABSTRACT

*Ethology is the study of animal behavior using the scientific method, considering that such behavior can adapt depending on the environment in which the animals are found. In its initial stage, this science focuses on analyzing, through observations and records, what actually happens, until identifying sequences of actions that, although they may seem unrelated at first, form well-defined and functional behavior structures. An individual's behaviors follow specific patterns that can be grouped into categories, organized into states and events, which are considered when creating ethograms. States are behaviors with a duration long enough to be observed periodically, such as sleep or feeding, while events are more sporadic and brief actions that are difficult to quantify but possible to record (Hage y Mellen, 1983). The objective of this study is to determine the ethological patterns of the lemon shark (*Negaprion brevirostris*) under semi-captivity conditions at the Oceanario Islas del Rosario-CEINER, through the implementation of three types of sampling methods for the observation and analysis of the behavior patterns of this species, which were documented in an ethogram. A total of three males and two females of *N. brevirostris* were observed over 380 hours of observation and three months of sampling. To obtain the lemon shark ethogram, a total of 6 sub-stages, 19 events and 12 sub-events were obtained from the Preliminary Ad libitum and Ad libitum methods, of which those belonging to the displacement sub-stage show the greatest variation in patterns, since twelve sub-events are broken down; In the substate of Climbing, a new event called rubbing against the mesh was recorded; in the substate of Gathering (Feeding), the seven events described in previous studies were observed; and in the substate of Interaction, four new events were recorded, and in the substate of Resting, two events were recorded. Likewise, from the Focal Animal method, it was evidenced that, when grouping the frequencies of the events and sub-events in order to organize the final ethogram, it was observed that, unlike the females, the males present certain uniformity in terms of the total frequency of their events and sub-events. And finally, with the One-Zero method in the Recollection (Feeding) sub-state, it was observed that, roaming and captures are the events with the highest frequency of occurrence for males; and for females, the most frequent events are withdrawals; on the other hand, groping, impositions, revisions and browsing are the feeding events with the lowest frequency, both in males and females. Despite the fact that, with the One-Zero method in the Reproductive substate, events were monitored, no male courtship behavior was recorded. It is concluded that individuals of the species *N. brevirostris* are capable of significant interaction among themselves, respect the hierarchical level of each individual, and compete based on which individual is the most fit to access resources within the enclosure, as the size of the individual determines dominance.*

**Key words:** *Ethology, Lemon Shark, Semi-captivity, Behavior.*



## 1. Introducción

El tiburón limón *N. brevirostris* se presenta en el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia (Caldas et al. 2010) como una especie con prioridad media para la conservación, pues en el país no se conocen datos poblacionales a la fecha, según lo expuesto en el Libro Rojo de Peces Marinos II (Chasqui et al., 2017). La especie se encuentra protegida bajo la reglamentación general de prohibición de pesca dirigida a tiburones en el área territorial insular, para prohibir la comercialización y distribución de tiburón y productos derivados, regulando las sanciones correspondientes por las infracciones a dicha prohibición. Igualmente, la prohibición de la pesca dirigida a tiburones, rayas y quimeras en Colombia, y del uso de cables de acero en los reinales en la pesquería industrial con palangre, espinel y/o *longline* (Resoluciones 0744 de 2012 y 0190 de 2013 de la AUNAP), así como, de la práctica del aleteo (Resolución 0375 de 2013 de la AUNAP) son medidas que protegen de la pesca a ésta y otras especies de tiburones en Colombia.

La etología es el estudio del comportamiento animal, el cual puede sufrir adaptaciones especiales dependiendo del medio donde se encuentren éstos. En su primera etapa esta ciencia busca el análisis, a partir de observaciones y registros de lo que realmente sucede, lo cual se prolonga, hasta el momento en que una secuencia de ejecuciones de conducta no relacionada constituyen estructuras de conducta bien definidas y funcionales; los comportamientos de un individuo tienen sus propios patrones, y pueden ser agrupados en categorías basadas en niveles y subniveles que corresponden a estados y eventos, los cuales son considerados durante la construcción de los etogramas. Los estados son comportamientos de una duración suficiente que pueden ser observados periódicamente; por ejemplo, el descanso, la alimentación, entre otros; mientras que los eventos son actos usualmente esporádicos, cortos, difícilmente cuantificables pero registrables (Hage y Mellen, 1983).

La observación de patrones de comportamiento animal permite identificar la relación que tiene cada individuo en un grupo, y muchas de esas conductas pueden determinar los roles de cada espécimen (Carranza et al., 2010). Los patrones de comportamiento de la especie del tiburón limón a nivel mundial han sido poco estudiados, pero sí se tienen investigaciones que permiten observar algunas conductas básicas comportamentales en otras especies. Muchas de esas investigaciones están enfocadas en otras especies tanto terrestres como marinas, con lo cual se tiene una base para la elaboración de modelos metodológicos para llevar a cabo trabajos etológicos para esta especie en estado de semicautiverio.

El tiburón limón, es una especie bentopelágica, que habita principalmente en zonas costeras poco profundas, en ambientes marinos y estuarinos (Compagno 1984). Se alimenta principalmente de peces óseos, moluscos y crustáceos (Mejía-Falla, 2011; Navia et al. 2011). Esta especie es vivípara placentaria, con tallas de nacimiento de



50-60 cm LT; dan a luz de 4 a 17 crías por camada; tienen un periodo de gestación de 10-11 meses; y las tallas de madurez son para las hembras 225 cm LT (12 años) y para los machos de 235 cm LT (13 años) (Clark y Von Schmidt, 1965; Gruber y Stout, 1983; Compagno, 1984; Brown y Gruber, 1988). En Colombia. Dahl (1971) documentó talla de nacimiento de 60 cm LT, talla de madurez de 200 cm LT y una talla máxima de 330 cm LT; y Forero-Bastidas et al. (2023) documentaron su presencia en el Golfo de Salamanca.

El presente trabajo cuenta con el apoyo logístico y científico del CEINER y Oceanario Islas del Rosario, así como, de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, y se presenta como requisito para optar al título de Biólogo Marino. Se espera determinar los patrones de comportamiento del tiburón limón, para así aportar a la base de futuras investigaciones encaminadas a entender y proteger a estos organismos al estar en un ambiente controlado, e igualmente proporcionar información sobre cómo se desenvuelve esta especie en dicho estado, ya que, para el Caribe colombiano, no hay estudios etológicos sobre esta especie.



## 2. JUSTIFICACIÓN

El tiburón limón *Negaprion brevirostris* se definió en el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia como una especie con prioridad media para la conservación, sin embargo, en el país aún no hay medidas de conservación para esa especie y no se tiene conocimiento sobre datos poblacionales. Esta especie es capturada en pesca artesanal con mallas y anzuelos, también es objetivo en la pesca industrial con palangre de fondo, y existen reportes en la captura incidental de otras pesquerías.

La etología animal, a diferencia de otros estudios del comportamiento, se caracteriza por su intento de querer comprender las conductas en su ámbito natural, y por construir diversos niveles de explicación. Como ciencia joven, la etología animal se encuentra todavía en un periodo de formación; al ser una ciencia que se enfoca en indagar sobre los patrones comportamentales conlleva un amplio rango de disciplinas que se pueden tener en cuenta al momento de realizar un estudio, lo que hace que los trabajos que se inclinen a esta rama expandan el conocimiento previo sobre el como se deben abordar estos proyectos para un mejor entendimiento.

Al ser la etología animal un campo que se ha explorado poco, es aún una ciencia muy criticada, pocos trabajos conducen a modelos etológicos, lo que dificulta tener bases sólidas en cuanto a antecedentes, no obstante, si se quiere que esta rama avance se necesitan trabajos que tomen esta ciencia como metodología o como base de sus estudios. Sin embargo, el conocer las diferentes conductas y patrones de comportamiento de una especie, facilitaría en gran medida la implementación de planes de manejo y conservación de las especies en diferentes ambientes.

El estado de semi-cautiverio puede ser una forma base del estudio de los patrones de comportamiento de una especie, ya que, los individuos al estar en un ambiente que simula su ecosistema, este permite que, muchos de los patrones comportamentales no se vean afectados drásticamente por el medio. Por ende, estudios como este son viables para llevarlos a cabo en sitios como el Oceanario de las Islas del Rosario - CEINER, ya que permiten la observación de los organismos sin tener que recorrer grandes distancias, y una fácil obtención de la información requerida para este tipo de estudios.



### 3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Marco Teórico

##### 3.1.1 Tiburón Limón *Negaprion brevirostris*

*Negaprion brevirostris* también conocido como tiburón limón, es una especie del Orden Carcharhiniformes, la cual posee un cuerpo robusto pero compacto, hocico corto, ancho y redondeado, dientes estrechos y lobulados en ambas mandíbulas. El origen de la primera aleta dorsal se encuentra situado por detrás de los extremos libres de las aletas pectorales, y su punto medio, es más cercano a la aleta pélvica que a las pectorales; la segunda aleta dorsal es casi tan grande como la primera; sus aletas dorsales, pectorales y pélvicas, por lo general son falcadas levemente; en cuanto a la aleta anal, ésta es grande con ausencia de la cresta inter-dorsal.

Respecto a su coloración, el dorso posee una tonalidad entre amarillo-café a aceituna, y el vientre, llega a ser más claro o blanco. Otra característica visible de esta especie, es que no presenta marcas distintivas ni en cuerpo ni en aletas. Su tamaño puede llegar a una longitud total de 340 cm. Es una especie bentopelágica, que habita principalmente en zonas costeras poco profundas, en ambientes marinos y estuarinos, y se alimenta principalmente de peces óseos, moluscos y crustáceos.

Esta especie es común a lo largo de las costas en el océano Atlántico, desde Estados Unidos hasta el sur de Brasil, y posiblemente en algunas zonas de la costa de África occidental; aunque no se sabe si estas poblaciones son la misma especie. En Colombia se encuentra distribuido en el Caribe insular en los cayos de Quitasueño, Cayo Serrana, Serranilla, Golfo de Salamanca, Bajo Alicia y Bajo Nuevo hasta el sur de Brasil (Forero-Bastidas et al., 2023; Chasqui et al., 2017).

Los tiburones limón, aunque son nadadores activos, exhiben movimientos restringidos en ciertas áreas, particularmente durante su etapa juvenil. Los juveniles suelen permanecer en zonas específicas como lagunas costeras, mostrando alta fidelidad espacial. Esto significa que tienden a moverse dentro de áreas relativamente pequeñas y delimitadas, regresando a menudo a los mismos lugares (Tavares, 2018).



### 3.1.2 Etología

En su primera etapa, esta ciencia busca el análisis, a partir de observaciones y registros, de lo que realmente sucede, lo cual se prolonga, hasta el momento en que una secuencia de ejecuciones de conducta no relacionadas constituye estructuras de comportamiento bien definidas y funcionales (Bejarano y Robayo, 2003).

Los comportamientos de un individuo tienen sus propios patrones y pueden ser agrupados en categorías basadas en niveles y subniveles que corresponden a estados y eventos, los cuales son considerados durante la construcción de los etogramas. Los estados son comportamientos de una duración suficiente que pueden ser observados periódicamente (p.e. el descanso y la alimentación, entre otros), mientras que, los eventos son actos usualmente esporádicos, cortos y registrables (Bejarano y Robayo, 2003).

La etología conduce al entendimiento de la función de los animales, su relación con el medio y sus adaptaciones, entre otros, revelando aspectos significativos de su historia de vida. Para tratar de entender el comportamiento animal, es necesario establecer un alto nivel de observación y concentración en ello, en su hábitat silvestre o en ambiente de cautiverio. Aunque los individuos mantenidos en cautiverio no cuentan con las mismas condiciones que en la naturaleza, esta situación permite un acercamiento para descifrar el repertorio de su comportamiento (Carranza et al., 2010). Es importante destacar que las observaciones deben realizarse desde el punto de vista ético; se debe tener en cuenta que las técnicas que se van a implementar para hacer el estudio, le brinden un valor científico; y se tienen que contemplar el estado en el que se encuentran los individuos a estudiar, sin embargo, no se debe generar una gran empatía para la observación y obtención de los datos, ya que podría generar una mala interpretación de los comportamientos registrados, o en el peor de los casos, humanizar dichos comportamientos y brindar patrones de comportamiento erróneos.



### 3.2 Estado del Arte

A continuación, se presentan los diferentes trabajos nacionales e internacionales que se relacionan con la temática o con la especie del presente trabajo de investigación, tales como:

#### 3.2.1 Nacionales

##### **Caracterización comportamental de delfines en cautiverio *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) y *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) Acuario y Museo Del Mar El Rodadero (Santa Marta – Colombia).**

Hurtado-Vega (2010) llevó a cabo esta investigación cuya finalidad fue determinar los eventos que conforman los principales estados comportamentales dentro de los niveles de actividad e inactividad presentados por los delfines confinados en el Acuario y Museo del Mar El Rodadero. La metodología de este estudio se hizo por medio del método *Ad-libitum* y se realizó el catálogo comportamental que describe noventa eventos, agrupados en seis estados (espaciamiento, locomoción, lúdico, alimentación, sexual y agonístico). Las mayores frecuencias de actividad se registraron hacia las 11:00 horas, debido a las presentaciones a los turistas, realizadas en la zona de los delfines. Se presentaron variaciones comportamentales con respecto a los tres encierros en donde se ubicaban, presentando mayor variedad de conductas en la piscina más grande y con mayor número de delfines, y siendo evidente el gran tiempo invertido en descanso en la piscina de menores dimensiones.

Empleando el método Animal Focal se determinó que en general *Sotalia guianensis* mostró bajos índices de curiosidad y comportamiento en superficies, pero altas frecuencias en el transporte de objetos con respecto a *Tursiops truncatus* quienes prefirieron las actividades aéreas. Los machos presentaron las tasas agonísticas interespecíficas más altas, siendo el macho de mayor longitud el dominante del grupo, las *S. guianensis* presentaron mayor agresión interespecífica y las hembras se consideraron como las más sociales y tolerantes.

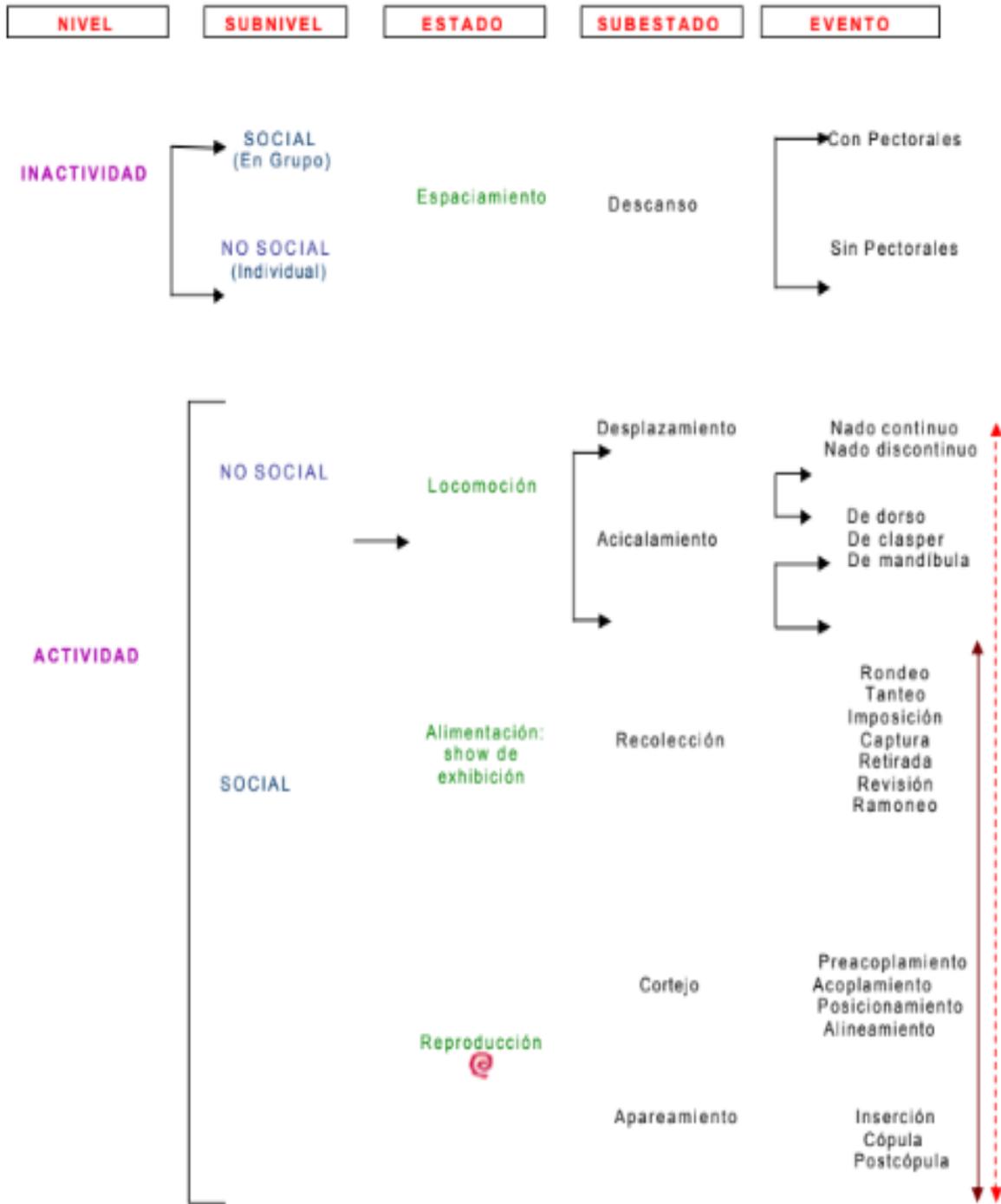


## **Determinación de patrones básicos de comportamiento del tiburón nodriza *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) en el Oceanario Islas del Rosario.**

Bejarano y Robayo (2003) desarrollaron este estudio para determinar los patrones de comportamiento del tiburón nodriza, generando una base para futuras investigaciones encaminadas al entendimiento de su comportamiento y protección, para el área del Caribe colombiano. Ellos individualizaron 35 ejemplares de ambos sexos y de diferentes tallas, teniendo en cuenta características externas, tales como: lunares en el cuerpo, color o tonalidades específicas y mordeduras en las aletas pectorales, entre otras. También utilizaron tres métodos de muestreo: *Ad libitum*, Animal Focal y Uno-Cero durante un tiempo de observación de 346 horas. Obtuvieron un etograma general que reunió en cinco categorías todos los sucesos comportamentales realizados por los individuos (Nivel, Sub-nivel, Estado, Sub-estado y Evento), registrados en un tiempo determinado, y permitiendo con esto, tener una descripción más detallada de los mismos.

Los autores también establecieron dos niveles: Inactividad y Actividad, considerando los subniveles Social (grupo) y No Social (individual); y determinaron cuatro estados o funciones generales que los individuos desarrollaron (espaciamiento, locomoción, alimentación y reproducción). Los estados se dividieron en sub-estados, los cuales son formas de comportamiento que los ejemplares presentan para llevar a cabo cada función, y en total, se registraron 21 eventos o actividades (Figuras 1-3). Una de las conclusiones más importantes de ese trabajo fue que el tiburón nodriza, *G. cirratum*, presenta un alto grado de habituación, basando su aprendizaje en la experiencia o imitación de comportamientos observados en los individuos adultos. A continuación, se presenta el etograma obtenido en el estudio de Bejarano y Robayo (2003):





**Figura 1.** Etograma general de *G. cirratum* en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003).





ETOGRAMA REPRODUCCIÓN DE *G. cirratum* EN CAUTIVERIO

Sub - estado	Evento	Sub - eventos machos	Sub – eventos hembras
CORTEJO	Preacoplamiento	Acercamiento de uno o más machos a la hembra inmóvil	Evitación por coletazos
	Acoplamiento	Nariceo Nado Paralelo Permanencia paralela al sustrato	Nado Paralelo Permanencia paralela al sustrato
	Posicionamiento	Mordisco de la aleta pectoral Transportar	Huida (escudo) Aceptación Pivote y giro
	Alineamiento	Giro ventral del macho Aferramiento pectoral Persecución de otros machos a la pareja Bloqueo Contacto cláster – cloaca Giro del cláster	Giro ventral de la hembra Arqueo del cuerpo Posición vertical de la hembra

Figura 2. Etograma reproductivo (CORTEJO) de *G. cirratum* en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003).



Sub-estados	Evento	Sub – eventos machos	Sub – eventos hembras	
APAREAMIENTO	Inserción	Inserción del cláster en cloaca de la hembra	Copa (Gordon, 1993)	
		Coletazo del macho	Coletazo de la hembra	
	Cópula	Eyaculación		
		Extracción del cláster		
		Mantenerse volteado		
	Postcópula	Respiración agitada	Respiración agitada	
		Separación de la pareja	Separación de la pareja	
		Persecución de otros machos	Huida	

**Figura 3.** Etograma reproductivo (APAREAMIENTO) de *G. cirratum* en cautiverio (Bejarano y Robayo, 2003).

**Evidencia del tiburón limón, *Negaprion brevirostris* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en el Golfo de Salamanca, Caribe colombiano:** Forero-Bastidas et al. (2023) confirmaron la presencia de la especie *N. brevirostris* en el Golfo de Salamanca, a partir de un espécimen capturado con red de enmalle de monofilamento por pescadores artesanales del área a la altura del kilómetro 40 de la vía Ciénaga-Barranquilla. El individuo era un macho inmaduro de 144 cm LT. El tiburón limón es una especie confirmada en la plataforma continental del Caribe colombiano; sin embargo, sólo se había registrado en una ocasión en la Bahía de Neguanje (Magdalena).



**Observaciones del comportamiento de la raya *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) (Rajiformes: Urolophidae) en condiciones de cautiverio** Acuario Mundo Marino, Santa Marta y Oceanario Islas del Rosario, Cartagena: Mayorga-León y Ramos-Baquero (2001) se centraron en el establecimiento y comparación de los patrones de comportamiento secuenciales de la raya amarilla *Urobatis jamaicensis* en dos ambientes de cautiverio, determinando la secuencia de ejecución de dichas pautas y el nivel de actividad. Las observaciones se realizaron en un sistema cerrado de recirculación de agua y en un sistema de semi-cautiverio, utilizando los métodos de muestreo *ad libitum*, animal focal y secuencial registrados en fichas etológicas y en cintas de video. Los resultados obtenidos permitieron establecer cinco estados de comportamiento de *U. jamaicensis* en cautiverio con sus respectivos eventos con los cuales se construyó el etograma, siguiendo el modelo propuesto por Hage y Mellen (1983). En cuanto al nivel de actividad se infiere que presenta irregularidades en su ciclo diario. Este estudio confirma que las investigaciones realizadas en cautiverio pueden revelar varios aspectos de la biología de una especie.

### 3.2.2 Internacionales

***A comparison of spatial and movement patterns between sympatric predators: Bull Sharks (Carcharhinus leucas) and Atlantic Tarpon (Megalops atlanticus):***

En este trabajo, Hammerschlag *et al.* (2012) llevaron a cabo un etiquetado de tiburones toro y sábalo del Atlántico en el sur de Florida para describir su distribución espacial, uso del hábitat y patrones de movimiento entre sí. Se usó una marca satelital a un depredador tope (tiburones toro, *Carcharhinus leucas*) y a un mesopredador simpátrico (sábalo del Atlántico, *Megalops atlanticus*) en aguas del sur de Florida para describir su uso de hábitat, abundancia y patrones de movimiento. Ellos plantearon cuatro preguntas: (1) ¿Cómo se comparan los patrones de abundancia estacional de los tiburones toro y el sábalo?; (2) ¿Cómo se comparan los patrones de movimiento de los tiburones toro y el sábalo, y qué proporción de tiempo se superponen sus respectivos rangos primarios?; (3) ¿Los patrones de movimiento del sábalo (p. e. caminos rectos vs enrevesados) y/o sus tasas de movimiento (ROM) difieren en áreas de baja vs alta abundancia de tiburón toro?; y 4) ¿Se puede llegar a conclusiones generales sobre si el sábalo puede mitigar el riesgo de depredación por los tiburones cuando se encuentran en zonas de alta abundancia de tiburones toro?.

A pesar de las similitudes en la dieta, los tiburones toro y el sábalo mostraron poca superposición en el uso del hábitat. La abundancia de tiburones toro fue alta durante todo el año, pero alcanzó su punto máximo en invierno; mientras que la abundancia de sábalo y las capturas pesqueras fueron más altas a fines de la primavera. Sin embargo, la presencia de los tiburones más grandes (>230 cm) coincidió con la abundancia máxima de sábalos. Al moverse sobre aguas abiertas profundas (áreas de alta abundancia de tiburones y alta disponibilidad de alimentos), el sábalo mantuvo una tasa de movimiento relativamente alta en líneas dirigidas hasta llegar a áreas estructuralmente complejas poco profundas. El sábalo se concentraba periódicamente en los ríos, donde los tiburones toro rastreados estaban ausentes.



### **Behavioral modification of visually deprived lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) towards magnetic fields.**

O'Connell et al. (2014) se basaron en la hipótesis de que las condiciones que conducen a la pérdida de la visión (es decir, agua turbia) pueden ser un factor que afecta el éxito del repelente electro-sensorial. –Para simular un entorno visualmente privado, se suturaron temporalmente las membranas nictitantes de tiburones limón juveniles (*Negaprion brevirostris*) y se observaron las respuestas de comportamiento de los tiburones hacia un aparato magnético en un corral en aguas poco profundas de Bimini, Bahamas.

Los resultados demuestran que el comportamiento asociado al imán de los tiburones con privación visual difería significativamente del de los tiburones de control con respecto a: (1) distancia de evitación, (2) cantidad de visitas antes de la primera entrada a través de la zona del imán y (3) entradas totales/visitas totales. Estos hallazgos sugieren un cambio dependiente del contexto, donde los elasmobranchios pueden exhibir una mayor dependencia de su sistema electro-sensorial cuando se reduce la extensión de su rango visual. Estos hallazgos también brindan información sobre entornos favorables (p.e. estuarios u otros ecosistemas costeros) y aplicaciones (p.e. pesquerías costeras y redes de playa) que pueden generar implementaciones futuras más consistentes y exitosas de repelentes electro-sensoriales para tiburones.

### ***¿Concede or clash? Solitary sharks competing for food assess rivals to decide.***

Trabajo llevado a cabo por Brena et al (2018) cuya finalidad fue investigar el comportamiento de rivalidad mediante el uso de señales sociales en un depredador marino solitario con la creación de agregaciones artificiales de tiburones limón Segador (*Negaprion acutidens*) en libertad. –Utilizando un novedoso protocolo de seguimiento, analizaron tanto las interacciones de dominancia como las asociaciones de tolerancia entre tiburones que compiten por alimento en relación con el número, la morfología y el comportamiento de los rivales.

Los tiburones pasaron más tiempo alrededor del cebo a medida que los competidores eran abundantes. Además, los atributos morfológicos de los competidores tuvieron una influencia limitada en la estructura de las interacciones sociales de los tiburones. Por otro lado, los tiburones parecían establecer relaciones de tolerancia con sus competidores según su comportamiento individual. Además, cuanto más se observaban dos tiburones juntos en un determinado sitio de estudio, menos interacciones agonísticas intercambiaban.



**Effects of an extreme temperature event on the behavior and age structure of an estuarine top predator, *Carcharhinus leucas*:** Matich y Heithaus (2012) desarrollaron este trabajo, antes, durante y después de un cambio de temperatura extremo, con el fin de investigar los efectos de ese evento de frío extremo en el comportamiento y la estructura de edad de los tiburones toro que generalmente exhiben residencia durante todo el año dentro de un estuario costero del sur de la Florida. La variabilidad espacial y temporal en la temperatura del agua se midió utilizando registradores de datos Hobo Pro v2 desplegados en 13 ubicaciones en todo el sistema desde julio de 2007 hasta enero del 2011. La temperatura del agua fue medida por los registradores cada 10 a 15 minutos durante todo el estudio, y los datos se descargaron cada 3 o 4 meses.

La variabilidad espacial y temporal en la abundancia de tiburón toro se cuantificó de 2006 a 2010 utilizando palangres de 500 m, equipados con 40 a 55 anzuelos circulares. Se utilizó telemetría acústica pasiva para evaluar los efectos de la ola de frío en el comportamiento y la supervivencia del tiburón toro. Los datos descargados de los receptores acústicos se convirtieron en tiempos de entrada y salida de las regiones de muestreo utilizando un programa informático personalizado (GATOR; Andrew Fritz, FritzTech, Houston, TX). El estudio sugiere que las fluctuaciones ambientales raras pero extremas pueden conducir a cambios localizados marcados en el tamaño y la estructura de la población, incluso en especies de cuerpo relativamente grande y altamente móviles.

**Efecto del tipo de carnada sobre la presencia y comportamiento del tiburón blanco *Carcharodon carcharias* en isla Guadalupe, México:** Becerril (2017) estudió el efecto de cuatro tipos de carnada sobre la presencia y comportamiento del tiburón blanco, *Carcharodon carcharias*, en Isla Guadalupe, México. Para ello, se registró el tipo de carnada, avistamientos de los tiburones, comportamiento y la foto identificación de cada individuo. El estudio se realizó a bordo de embarcaciones turísticas que utilizaron carnadas permitidas y no permitidas durante agosto-noviembre del 2012-2014. Los datos fueron analizados de acuerdo al sexo, estadio de madurez y número total de tiburones, obteniendo un total de 6,145 avistamientos correspondientes a 121 tiburones blancos. En el caso de la presencia del tiburón blanco, no se observaron diferencias significativas en los avistamientos con relación al tipo de carnada, por lo que se observó una efectividad similar para atraer a los tiburones blancos hacia las embarcaciones. En cuanto al comportamiento, el autor definió ocho conductas del tiburón durante su interacción con las carnadas en superficie y, adicionalmente, se presentó evidencia de una jerarquía por tamaño del tiburón para la adquisición del cebo.



Aunque todas las carnadas mostraron una efectividad similar, el análisis etológico mostró que el tipo de carnada tiene un efecto en la conducta del tiburón durante su interacción con embarcaciones. Las carnadas no permitidas generaron patrones conductuales con comportamientos agresivos dirigidos a la alimentación; mientras que la carnada legal no generó un patrón de comportamiento definido. Asimismo, fue posible determinar el grado de condicionamiento individual, con base en tiempos de interacción y consumo de carnadas. El autor concluye que el esfuerzo actual del ecoturismo no ha generado un condicionamiento en la mayoría de los tiburones blancos que interactúan con las embarcaciones; y que las carnadas tienen una efectividad similar, además, no existe beneficio alguno para los prestadores de servicio al utilizar carnadas no permitidas en la reserva, ya que, por el contrario, los estímulos frescos generan una conducta agresiva, y aumentan el potencial de ocasionar accidentes relacionados con las jaulas.

***Husbandry of scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) at Reef HQ Aquarium, Townsville, Australia:*** El Reef HQ Aquarium (Townsville, Australia) acogió con éxito a dos tiburones martillo (*Sphyrna lewini*) en cautiverio en su exhibición de arrecifes de coral. Para esta investigación, Tristram et al (2014) documentaron la etología de esta especie durante 2.5 años, incluida la recolección y el período de aclimatación al cautiverio, el transporte, la introducción en la exhibición, los problemas de cría encontrados, las observaciones de comportamiento, las observaciones de salud y crecimiento y las consideraciones de manejo. Albergar a dos tiburones martillo en Reef HQ Aquarium fue importante en términos de experiencia de cría, incluido el período de aclimatación, la alimentación, las interacciones con buceadores y otros animales, y las observaciones de crecimiento. Los tiburones martillo cautivos también brindaron una oportunidad para comunicarle al público en general, sobre las condiciones de los tiburones en la naturaleza, su papel en el medio ambiente como depredador máximo y las preocupaciones sobre su número decreciente. En este punto, se han exhibido con éxito durante dos años y medio, y son los únicos especímenes mantenidos en cautiverio en los acuarios de Australia. Su adaptación seguirá siendo un proceso continuo a medida que crezcan completamente durante la próxima década.

***The behavior of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*:*** Myrberg y Gruber (2014) monitorearon las actividades conductuales de una colonia de diez tiburones *Sphyrna tiburo*, mantenida en condiciones semi-naturales, los cuales, se examinaron durante un período de seis meses. Todos los tiburones habían alcanzado, o se acercaban, a la madurez sexual. Los objetivos del estudio fueron describir los patrones motores y posturas típicos de las especies, analizar la diurnalidad de la actividad de patrullaje y caracterizar los patrones de organización subyacentes a las interacciones sociales observadas dentro de la colonia. Se describieron 18 posturas y patrones de movimiento, casi la mitad de ellos con aparente relevancia social.



En casos específicos, la importancia funcional de un patrón se dio con cautela. La actividad de patrullaje parecía tener un ritmo diurno, con un pico que ocurría al final de la tarde; los individuos más pequeños eran más erráticos en su patrullaje. Finalmente, se encontró una organización social clara pero sutil, basada en una jerarquía de dominancia en línea recta, dependiente del tamaño. Aunque la posición dentro de la jerarquía no estaba determinada por el sexo, los datos indicaron que todos los individuos tendían a alejarse de los ejemplares más grandes.

#### 4. Planteamiento del problema

Los patrones de comportamiento de la especie del tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) a nivel mundial han sido poco estudiados, pero sí se tienen investigaciones que permiten observar algunas conductas básicas como la alimentación o sus patrones de distribución.

Para esta investigación se estudiarán los ejemplares de tiburón limón que se encuentran en condiciones de semi-cautiverio en el Oceanario Islas del Rosario. y se tomarán en cuenta, algunos modelos etológicos de otras especies de tiburones que se han trabajado en este Centro de Investigación, Educación y Recreación - CEINER. Se espera que la información obtenida en este estudio sirva para futuras investigaciones etológicas de otros organismos marinos, y para entender el estado en el cual se encuentran los individuos en condiciones de semi-cautiverio, al compararlos con las conductas que presentan las poblaciones naturales.

¿Cuáles son los patrones etológicos del tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) en condiciones de semi-cautiverio en el Oceanario Islas del Rosario-CEINER?



## 5. Objetivos

### General:

Determinar los patrones etológicos del tiburón limón *Negaprion brevirostris* en condiciones de semi-cautiverio en el Oceanario Islas del Rosario-CEINER.

### Específicos:

Establecer los sucesos comportamentales (niveles, estados y eventos) de la especie *Negaprion brevirostris* en condiciones de semi-cautiverio.

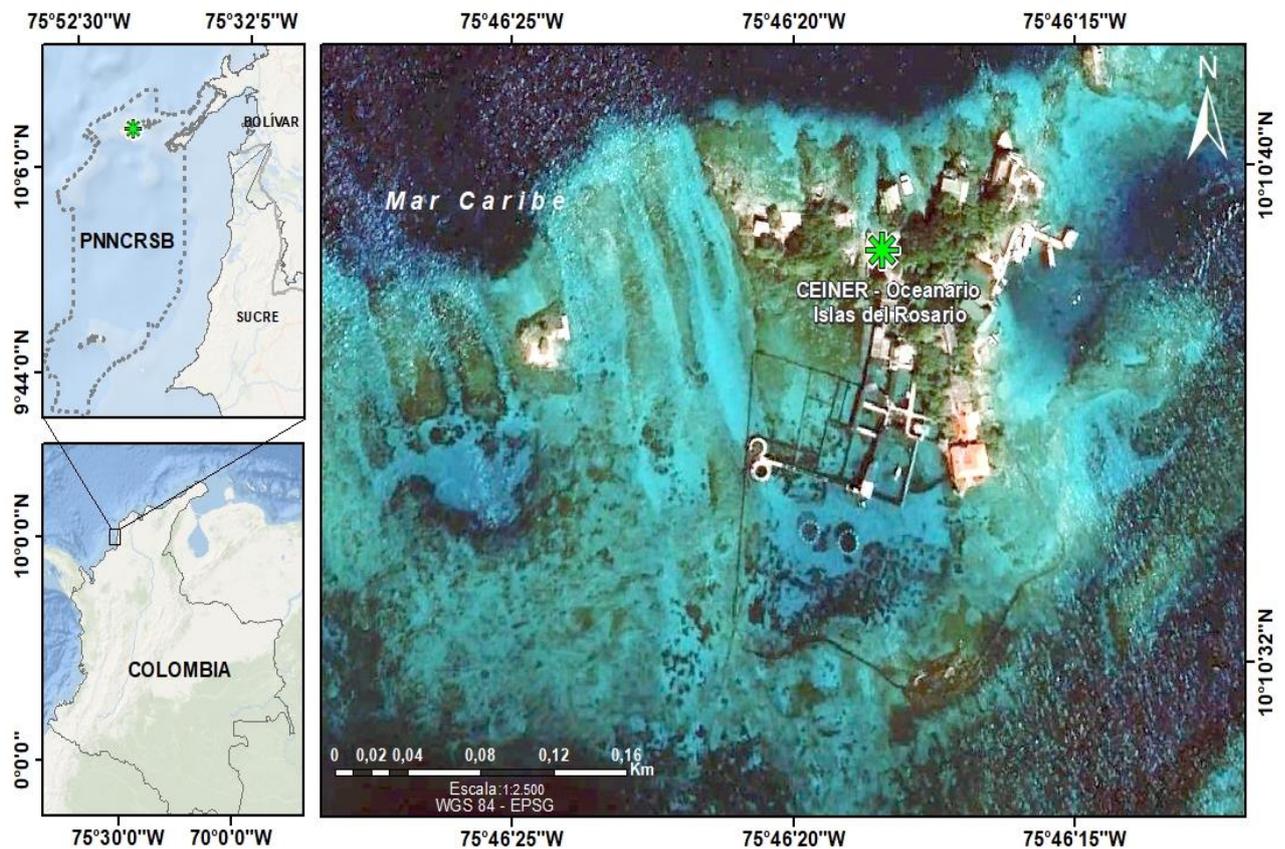
Determinar un etograma general que reúna los patrones etológicos registrados en un tiempo determinado en condiciones de semi-cautiverio para los ejemplares de tiburón limón



## 6. Metodología

### 6.1. Área de estudio

El Oceanario Islas del Rosario - CEINER (Centro de Investigación, Educación y Recreación) se encuentra ubicado en la Isla de San Martín de Pajarales (Figura 4), se destaca como un centro integral dedicado a la conservación de la fauna marina. El CEINER brinda además escenarios para la interactividad y el esparcimiento de los visitantes con información que permite la divulgación que promueve el conocimiento, comprensión y conservación de la vida marina y en particular de la fauna, flora y ambiente del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo del Departamento de Bolívar.



**Figura 4.** Oceanario Islas del Rosario-CEINER. Tomado de: CEINER (2024)



Las condiciones de semi-cautiverio se dan en un encierro de 330 m<sup>2</sup> en el mar construido sobre el fondo marino con pilotes de PVC y malla metálica recubierta de plástico (ojo de malla de 4") que permite la libre circulación de las olas, corrientes marinas y de algunas especies de menor tamaño. Este encierro se encuentra sobre fondo arenoso con una profundidad que va desde 2,70 m a 5,40 m. Se encuentra también dos Tiburones Toro (*Carcharhinus leucas*), siete Sábalo (*Megalops atlanticus*) y muchos otros peces de menor tamaño típicos del arrecife coralino. El encierro en el mar presenta una zona relativamente somera y una profunda, que varía según la dinámica de la marea.

A lo largo de la ruta de observación ofrecida a los visitantes del Oceanario, existen tres zonas donde el guía se ubica para realizar la actividad de la alimentación en el encierro de mar de los tiburones limón.

Asimismo, en el encierro en el mar también hay una ventana acrílica sumergida que permite la observación submarina de los tiburones por parte de los visitantes, llamado Aventura en el Arrecife, en donde los tiburones son estimulados con pescado para que se acerquen a la ventana y puedan ser observados (Figura 5).



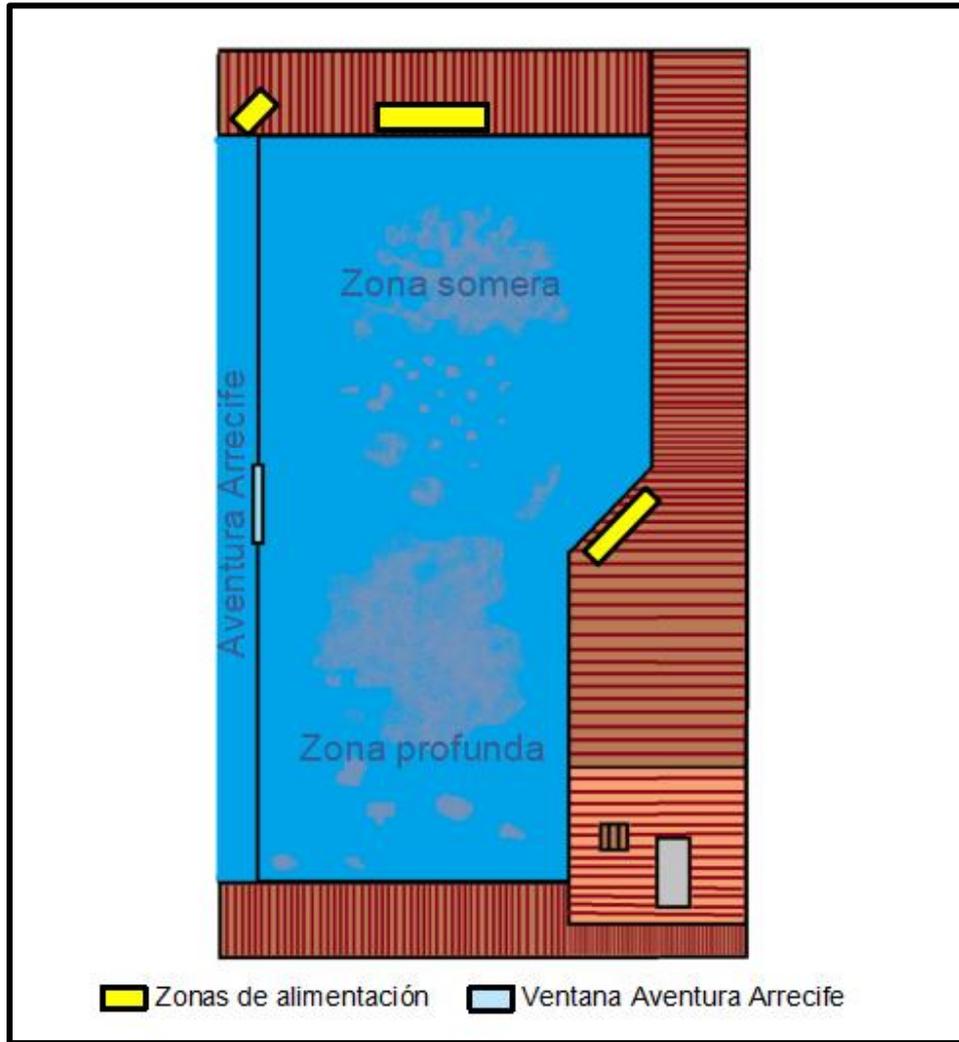


Figura 5. Esquema del encierro en el mar donde se realizó el estudio.

## 2. Variables

Se presentan a continuación en la Tabla 1 las principales variables bióticas y abióticas que se estudiaron en la presente investigación:

**Tabla 1.** Variables bióticas y abióticas del presente estudio.

VARIABLES	TIPOS	DEFINICIÓN	MEDIDA
<b>ABIÓTICAS</b>	HORA DEL DÍA	Tiempo diario en el que se hace o sucede algo que puede considerarse o no relevante.	Se dividieron en dos jornadas: Mañana y Tarde
<b>BIÓTICAS</b>	ESTADOS	Los estados son comportamientos de una duración suficiente que pueden ser observados periódicamente (Hage y Mellen, 1983)	Delimitación de los diferentes estados
	EVENTOS	Actos usualmente esporádicos, cortos, difícilmente cuantificables pero registrables (Hage y Mellen, 1983)	Observación de patrones comportamentales
	SUB-EVENTOS	Derivan de eventos, y son comportamientos que ocurren durante la realización de los mismos.	Contemplar que eventos poseen variaciones y demarcarlas



### 6.3. Fase de Campo

En el Oceanario Islas del Rosario – CEINER se realizó la fase de campo, la cual consistió, en primer lugar, un reconocimiento de los individuos que se evaluaron, y luego, la realización de los tres métodos etológicos.

#### 6.3.1. Reconocimiento de los individuos

A cada ejemplar se le observaron caracteres distintivos tales como hendiduras, manchas, cicatrices, heridas y tamaño, los cuales se presentan a continuación

##### 1. Hendiduras:



##### 2. Manchas



3. Cicatrices y heridas:



4. Tamaño



Esta caracterización se llevó a cabo mediante el siguiente tipo de formato (**Figura 6**):



Código del Organismo	
Foto Del Organismo	
Resumen sobre el organismo	
Caracteres Distintivos	

**Figura 6.** Registro de individuos.





En la **Tabla 2** se presenta la consolidación de la intensidad horario de los trabajos etológicos tomados como referencia para el presente estudio, con el fin de determinar el número de horas de observación por método, por día, por semanas y por mes, según correspondiera.

**Tabla 2.** Esfuerzo de observación empleado por diferentes autores en cada uno de los métodos de muestreo etológicos.

Autores	Metodología
(Mayorga y Ramos, 2001) <i>Urobatis jamaicensis</i>	<b>-Primera fase:</b> <b>Ad libitum</b> 24 horas 3 veces al día durante 2 h.
	<b>-Segunda fase:</b> <b>Animal Focal</b> aplicado a individuos escogidos al azar por 30 días en los mismos intervalos de tiempo que la primera fase.
	Muestreos durante 24 horas (cinco en total)
(Bejarano y Robayo, 2003) <i>Ginglymostoma cirratum</i>	<b>Ad libitum, Animal Focal y Uno – Cero:</b> 346 horas de observación
	<b>-Muestreo preliminar:</b> <b>Ad libitum</b> 40 horas en 5 días 2 sesiones (día y noche) de 4 horas (equivalentes a 8 horas diarias)
	<b>-Muestreo Ad libitum</b> 4 intervalos de 2 horas al día  Total= 48 horas de observación en 6 días.
	<b>-Muestreo Animal Focal</b> Por cada individuo se registraron eventos etológicos durante 1 hora (Total 10 horas de muestreo diario durante 4 semanas)  Total= 240 horas de observación.
(Hurtado-Vega, 2010) <i>Tursiops truncatus</i> y <i>Sotalia guianensis</i>	<b>Muestreo Ad libitum:</b> 8 horas diarias divididas en 2 ciclos de 4 horas, en diferentes horarios para cubrir las 24 horas del día durante 6 días, muestreando 15 minutos con intervalos de 5 minutos.
	<b>Muestreo Animal Focal:</b> 10 minutos por delfín, intervalos de 5 minutos entre cada individuo.  Total= 102 horas de observación.



<p>(Torres y Man-Ging, 2014) <i>Ateles fusciceps</i>, <i>Cebus capucinus</i> y <i>Cebus albifrons</i></p>	<p>Total= 20 horas de observación en 1 semana: <b>Ad libitum preliminar:</b> 5 horas <b>Animal focal:</b> 15 horas</p> <p>Total= 427 horas de observación en 12 semanas: <b>Ad libitum:</b> 60 horas <b>Animal focal:</b> 120 horas <b>Uno-Cero:</b> 247 horas</p>
---	--

En la **Tabla 2** se puede observar cómo en cada estudio se realizaron diferentes tipos de muestreo, con una duración de horas variada que se invirtieron en cada una de las observaciones etológicas, lo cual también sirvió de apoyo para tener como base cuánto debe durar cada fase y tener un número de horas de adecuada, para tener resultados con buena frecuencia y abarcar la mayor cantidad de eventos.

Siguiendo la metodología de Bejarano y Robayo (2003) esa fase de observaciones preliminares se llevó a cabo con el fin de determinar el conjunto de pautas básicas de comportamiento, para establecer los períodos dentro de los niveles de inactividad y actividad de ambas especies, complementándose con la cuantificación de sus intervalos de presencia.





Después de la revisión bibliográfica de varios trabajos etológicos, se determina que el número de horas de los muestreos a realizar en el presente estudio (Tabla 3) serán así:

**Tabla 3.** Esfuerzo de observación para el muestreo *Ad libitum*

Tipo de muestreo	Horas
Ad libitum	Muestreo Preliminar: 40 h
	Primer muestreo: 48 h
Animal Focal	280 h
Uno-Cero	11 h
<b>Horas Totales</b>	<b>379 Horas</b>

#### 6.4.1 Muestreo *Ad libitum* Preliminar para estimación de esfuerzo de observación

Esta fase se realizó inicialmente para adaptar las metodologías etológicas empleadas en otros trabajos que se tomaron como base y seguirlas para desarrollar el presente estudio quitar sombreado, con el fin de tener un valor estimado mínimo de la cantidad de horas diarias y totales que debe tener un estudio en etología animal (Tabla 2).

El trabajo de Mayorga y Ramos (2001) fue en la especie *U. jamaicensis* (raya de Jamaica), sin embargo, los eventos que se registraron en ese trabajo son diferentes a los que se desarrollaron en el estudio de Bejarano y Robayo (2003) en la especie *G. cirratum* (tiburón gato o nodriza), por el hecho de que las dos especies presentan características específicas: Rayas (organismos bentónicos, cuerpo deprimido, posición ventral de boca y branquias) y Tiburones (organismos pelágicos, cuerpo fusiforme, boca “terminal” y branquias laterales). Sin embargo, las temporalidades de esos muestreos se tomaron en cuenta para la definición del esfuerzo de observación del presente estudio.





Para este análisis se contó con 48 horas de observación en seis días; los horarios no fueron fijos, para así abarcar diferentes tipos de comportamiento a lo largo del día (Tabla 4). Se llevaron anotaciones en una bitácora de trabajo, complementadas con registros fílmicos y fotográficos.

**Tabla 4.** Esfuerzo de observación para el muestreo *Ad libitum*

<i>ad libitum</i>			
Observación de organismos	Fecha inicio:	Fecha final:	Horas diarias
	Hora	Fecha	
	06/03/2023	11/03/2023	
	7:00 - 9:00	06/03/2023	8
	10:00 - 12:00		
	13:00 - 15:00		
	16:00 - 18:00		
	7:00 - 9:00	07/03/2023	8
	10:00 - 12:00		
	13:00 - 15:00		
	16:00 - 18:00		
	6:00 - 8:00	08/03/2023	8
	9:00 - 11:00		
	12:00 - 14:00		
	15:00 - 17:00		
	5:00 - 7:00	09/03/2023	8
	8:00 - 10:00		
	11:00 - 13:00		
	14:00 - 16:00		
	9:00 - 11:00	10/03/2023	8
	12:00 - 14:00		
	15:00 - 17:00		
	18:00 - 20:00		
	6:30 - 8:30	11/03/2023	8
9:30 - 11:30			
12.30 - 14:30			
15:30 - 17:30			
Horas Totales:			48

Así mismo, se establecieron dos niveles: Inactividad y Actividad, considerando los subniveles Social (grupo) y No Social (Individual); y se determinaron los estados o funciones generales de los individuos. Asimismo, se subdividieron en algunos sub-estados, que son pasos o formas de comportamiento, con los cuales los ejemplares llevaron a cabo cada función, y estos a su vez, tendrán eventos o actividades realizados por los organismos (Tabla 5).



**Tabla 5. Etograma inicial**

NIVEL	SUBNIVEL	ESTADO	SUBESTADO	EVENTO
INACTIVIDAD	Social (en grupo)	Espaciamiento	Descanso	Con pectorales
	No social (individual)			Sin pectorales
ACTIVIDAD	No social	Locomoción	Desplazamiento	Nado continuo
			Acicalamiento	Nado Discontinuo
				De dorso
				De clasper
	Social	Alimentación	Recolección	Randeo
				Tanteo
		Imposición		
		Captura		
Reproducción	Retirada	Cortejo	Preacoplamiento	
			Revisión	
Apareamiento	Ramoneo	Alineamiento	Acoplamiento	
			Posicionamiento	
				Inserción
				Cópula
				Post-cópula

**A. Inactividad:**

Entendida como **Espaciamiento**, es un estado donde se considera las variadas formas de distribución de los individuos en áreas disponibles; agrupa el descanso que se refiere a la suspensión momentánea de las actividades, en que el animal reposa con el cuerpo en diversas posiciones sobre el sustrato o sobre las extremidades quietas (Vaz-Ferreira, 1984).

**B. Actividad:**

Este nivel engloba todos aquellos factores que involucran que el organismo interactúe o no con el resto, como la alimentación y la reproducción. Algunos de los eventos observados dentro del nivel de actividad, excepto el acicalamiento de mandíbula y de cláspes fueron observados en trabajos como el de Arboleda et al. (2000).





## 1. Locomoción:

Está conformado por dos sub-estados: el desplazamiento (nado continuo) y el acicalamiento (de dorso; de cláspes y de mandíbula). Los principales eventos son:

### a) Desplazamiento:

- **Nado continuo:** Desplazamiento que involucra una mayor actividad de aletas pectorales intensificando la propulsión con movimientos laterales de la aleta caudal. Los tiburones se pueden desplazar por el encierro en forma continua circular o elíptica, pasando cerca de las mallas y de la superficie exponiendo siempre su aleta dorsal. Nadan con un movimiento sinuoso, con amplias oscilaciones de su aleta caudal que le impulsa suavemente, a su vez, las aletas pectorales proporcionan fuerza de sustentación, capacidad de giro y evitan que el animal se balancee (Bejarano y Robayo, 2003).

### b) Acicalamiento:

Son series de movimientos que sirven para mantener la eficiencia de los tegumentos y aparentemente para incrementar el “bienestar” del animal (Vaz – Ferreira, 1984). Según Bejarano y Robayo (2003), en este sub-estado se presentan tres eventos:

- **Acicalamiento de Dorso:** Nadando cerca al sustrato, voltean su cuerpo rozando la parte dorsal con el suelo.
- **Acicalamiento de Mandíbula:** A manera de bostezo reacomodan la mandíbula inferior contrayéndose el tegumento frontal.
- **Acicalamiento de Clasper:** Erectan los apéndices del clasper con movimientos de expansión y de cerrado, en algunas oportunidades alcanzan la eyaculación.

## 2. Alimentación:

La **Recolección** hace referencia a los diferentes eventos que los individuos presentan antes, durante y después de la alimentación. Según Bejarano y Robayo (2003), los eventos que forman parte de este sub-estado son:

- **Rondeo:** es el comportamiento que se da previo al proceso alimentario, se caracterizaba por el desplazamiento lento del individuo con suaves movimientos, en círculos, exponiendo su aleta dorsal y donde evaluaba la zona de alimentación, éste podía presentarse ya fuera en grupo o de manera individual.
- **Tanteo:** se da inmediatamente después del rodeo, los individuos asomaban la cabeza a la superficie inspeccionando el sitio de captura para obtener la comida, algunas veces obtenían un pedazo de pescado de acuerdo al tiempo que durarán esperando.
- **Imposición:** se observa como suceso de rivalidad durante la captura mediante movimientos fuertes de la cabeza, de la cola, empujones y mordiscos para



obtener un pedazo de comida que estaba a disponibilidad de más de un individuo.

- **Captura:** al localizar el alimento, el tiburón lleva el pescado a la cavidad bucal para su debida ingestión, puede estar acompañada de manifestaciones de competencia.
- **Retirada:** evento que ocurría después de la captura cuando el guía daba la instrucción a los tiburones de bajar de la plataforma ordenadamente. Tan pronto lo hacían, comenzaban a nadar individualmente cerca de esta
- **Revisión:** reconocimiento post-alimentario donde los individuos nadaban en círculos cerca de la superficie en busca de pedazos restantes de comida.
- **Ramoneo:** evento poco frecuente en el cual los tiburones mediante encorvamiento del cuerpo hurgaban el sustrato (bajo las rocas o la plataforma) con el hocico en busca de alimento con la ayuda de sus barbillones sensitivos

### 3. Reproducción:

Se divide en dos sub-estados: cortejo y apareamiento, cuyos eventos también son descritos por Carrier et al (1994).

El **cortejo** involucra el acto donde cada miembro de la pareja realiza patrones fijos ritualizados, ya que cada movimiento expresivo de un individuo es liberado por el movimiento o situación previa del otro individuo que actúa a su vez como liberador. En tiburones, el macho muerde a la hembra para facilitar el apareamiento; este mordisco puede actuar como liberador en este comportamiento (Pratt y Carrier, 2001).

Teniendo en cuenta el esquema llevado a cabo por Bejarano y Robayo (2003), dentro del cortejo se pueden evidenciar cuatro eventos:

- **Pre-acoplamiento:** comienza con el acercamiento de uno o más machos a la hembra inmóvil, la mayoría de los intentos de apareamiento ocurrieron en aguas poco profundas (65 cm aproximadamente) donde la hembra decidía aceptar o no al macho. Cuando ésta accede, el (los) macho(s) asume una posición de nado junto a la hembra (nado paralelo) con su(s) cabeza(s) cercana(s) a la aleta pectoral de la misma de modo que la guía hacia partes más profundas del encierro para poder tomarla de su aleta pectoral.
- **Acoplamiento:** ocurre cuando el (los) macho(s) toma a la hembra por su aleta pectoral tragando más de la mitad de ésta en forma agresiva (se apreciaban aletas con sangrado), la cabeza y el ángulo del cuerpo del macho se aproximan a una posición perpendicular durante la toma de la hembra. En varias ocasiones la hembra huía hacia la zona 3 (somera) nadando rápidamente cerca al sustrato con el fin de que los machos no logran llegar hacia su cloaca; otras veces aceptaban permitiendo así el posicionamiento.
- **Posicionamiento:** comportamiento en el cual el macho invierte a la hembra en una postura ventral, esto acompañado de técnicas agresivas por parte del macho como empujones mientras se aferra de la aleta pectoral; así mismo



ocurre el giro del macho mediante fuertes movimientos de su aleta caudal. En este momento comienza la persecución de varios machos a la pareja ya que es cuando la hembra es vulnerable a escapar y a que otro macho la tome.

- **Alineamiento:** el macho, en un movimiento rápido de su aleta caudal gira junto con el cuerpo de la hembra, una vez la pareja logra una posición vertical, el cláspers y la cloaca entran en contacto para permitir la inserción; usualmente la presencia de otros machos ayudaba para que la hembra no huyera y el macho que la “dominaba” lograra la copulación.

El **apareamiento** hace referencia al encuentro “pre-copulatorio”; en tiburones usualmente inicia con un aferramiento pectoral que puede llevar o no a una copulación. Bejarano y Robayo (2003) destacaron tres eventos:

- **Inserción:** comienza con la inserción del cláspers. En la mayoría de los casos, la aleta derecha de la hembra es agarrada mientras uno de los cláspers (generalmente el derecho) gira y es insertado, en ese momento el macho (y a veces la hembra) por medio de coletazos en dirección a las manecillas del reloj, ondula su cuerpo mientras se balancea sobre el cuerpo de la hembra para evitar que el cláspers se salga de la cloaca.
- **Cópula:** el cláspers permanece dentro de la cloaca de la hembra y es cuando ocurre la eyaculación (que no se dio en todos los casos). En este momento la pareja permanece en posición ventral o vertical hasta que el cláspers es extraído (aproximadamente un minuto), inmediatamente después el macho continúa mordiendo la aleta pectoral de la hembra; en algunas oportunidades los autores describen que el semen sobrante de la cloaca el cual era de consistencia gelatinosa, pegajosa y de color blanco.
- **Post-cópula:** comienza con la separación de la pareja, incluso pueden permanecer ventralmente descansando sobre el fondo o simplemente la hembra huye a la zona de refugio. Es característica la respiración agitada de ambos, en este momento el macho no intenta copular de nuevo sino después de unos minutos, es aquí donde los otros machos que perseguían a la pareja insistentemente comienzan de nuevo a cortejar a la misma hembra que acaba de aparearse, unas veces con éxito, otras no.



### 6.4.3. Muestreo Animal Focal

Este método se usa con el fin de definir por individuo los diferentes eventos y sub-eventos, con el fin de posteriormente, identificar tendencias o patrones de comportamiento.

Se registraron los sucesos presentados por cada uno de los individuos, de forma independiente, durante una hora, completando 10 horas de muestreo a lo largo del día, durante cuatro semanas, para contar al final del estudio con 280 horas de observación (Tabla 6). Los datos de las frecuencias tomadas en campo fueron obtenidos por un observador, y posteriormente se agruparon para su análisis siguiendo las categorías establecidas en la etograma.



**Tabla 6.** Esfuerzo de observación para el muestreo Animal Focal

ANIMAL FOCAL						
<b>Observación de organismos</b>	Fecha inicio: 1/4/2023		Fecha Final: 29/4/2023		Horas diarias	
	Semana	Fecha	Horas			
	1		1/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			2/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			4/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			5/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			6/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			7/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
			8/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
	2		9/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10
		10/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		11/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		12/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		13/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		14/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		15/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
3		16/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		17/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		18/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		19/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		20/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		21/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:10		10	
		22/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:10		10	
4		23/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		24/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		25/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		26/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		27/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:00		10	
		28/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:10		10	
		29/4/2023	8:00-13:00/14:00-19:10		10	
<b>Horas Totales</b>					<b>280</b>	



#### 6.4.4. Muestreo Uno-Cero

El método Uno-Cero generalmente se usa para los comportamientos alimentarios y los reproductivos del grupo de observación.

Las observaciones alimentarias se hicieron en los momentos de exhibición “Shows” por parte del guía a los visitantes del Oceanario, aprovechando el estímulo alimentario que los tiburones reciben en ese periodo, y los eventos fueron registrados en una matriz base, denotando con uno (1) la ocurrencia, y con cero (0) la ausencia.

Para este estudio se hizo una recolección de datos por parte de un observador y también contenidos fílmicos que registran cada recorrido de alimentación (cuatro diarios) de los once días de muestreo (Tabla 7), para posteriormente, tratar los datos de forma estadística.

##### 6.4.4.1. Matriz Observador (Alimentación – Reproducción)

Para este muestreo, se usó una matriz de recolección de datos ajustada con los eventos ya identificados en el anterior muestreo (*Ad libitum*) y la toma de datos iniciaba en el momento en el que el guía del Oceanario llegaba a la parada de los Sábalo (*Megalops atlanticus*), pues desde ese momento, se observaban algunos eventos de alimentación, pues los individuos son sensibles por su gran capacidad electro-receptiva a lo que ocurre en áreas adyacentes al encierro.

##### 6.4.4.2. Matriz Video (Alimentación)

Para hacer la comparación y medir el grado de efectividad que se tuvo en los datos recolectados por el observador, se hizo registro fílmico de cada recorrido de alimentación, con una cámara Go Pro, un domo de protección y una base que era situada en la zona en la que el guía del oceanario iba a posicionarse para dar la charla informativa sobre la especie, para así tener mejor visibilidad y localización de los individuos.



**Tabla 7.** Esfuerzo de observación muestreo Uno-Cero

UNO CERO				
<b>Observación de organismos</b>	Fecha	Fecha inicio: 12/05/2023	Fecha final: 23/05/2023	
		Recorridos	Minutos por recorrido	
		12/05/2023	4	15
		13/05/2023	4	15
		14/05/2023	4	15
		15/05/2023	4	15
		17/05/2023	4	15
		18/05/2023	4	15
		19/05/2023	4	15
		20/05/2023	4	15
		21/05/2023	4	15
		22/05/2023	4	15
		23/05/2023	4	15
Tiempo diario:			1 hora	
Tiempo total:			11 horas	

- Aspectos alimentarios

Los muestreos Uno – Cero se hicieron en cada uno de las presentaciones a los turistas que se realizan durante el día en el Oceanario, los cuales son aproximadamente cuatro dependiendo de la temporada. Los individuos empiezan los eventos de alimentación desde que el guía hace la parada en el encierro de Sábalo (*Megalops atlanticus*) y desde que termina en ese encierro hasta llegar al encierro de tiburones limón (*Negaprion brevirostris*), el cual tiene una duración aproximada de 15 minutos, para contar al final del estudio con 11 horas de muestreo. El observador se sitúa cerca del guía del Oceanario que está haciendo el recorrido, ya que este punto de observación asegura la toma de datos, y así se podrá identificar de manera más clara, tanto los individuos como los eventos que allí se den.



- Aspectos reproductivos

Para el cortejo se agruparon los eventos de cortejo y apareamiento de tiburones en el Oceanario Islas del Rosario-CEINER (Cartagena), siguiendo la metodología de Bejarano y Robayo (2003). Así, se registraron los eventos en un lapso de 10 días con siete horas de observación, empleando el método Animal Focal. La mayoría de las veces estos sub-estados fueron observados a lo largo de la mañana, incluso durante el show de alimentación.

Para evitar interferencias en el comportamiento de los tiburones, las observaciones se hicieron de manera cautelosa y silenciosa con la ayuda de registros visuales adicionales (fílmicos y fotográficos). En cada evento y sub-evento será contabilizada la duración y hora del día.

Para este punto se utilizó el etograma construido por Bejarano y Robayo (2003), con el fin de observar los diferentes comportamientos que son llevados a cabo por hembras y por machos. En ese etograma surge una nueva categoría, de donde se derivan siete eventos, con 22 sub-eventos para machos y 15 para hembras.

## 6.5. FASE DE GABINETE

Para la elaboración del etograma se tuvieron en cuenta aquellos eventos que tuvieron una frecuencia considerable en el muestreo animal focal, dichos eventos son los que pueden ser observados en todos los organismos con mayor frecuencia. Para ello se realizó un etograma inicial según las referencias bibliográficas que sirvió de base para tener un punto de arranque al momento de tener en cuenta que patrones podrían ser los presentados por la especie.

Posteriormente, en el muestreo *Ad libitum*, se procedió a hacer jornadas de monitoreo de los eventos, para así determinar las variaciones que podrían desglosar esos eventos, con el fin de tener un etograma final acorde a los patrones que se pueden llegar a observar en la especie.

Pese a la búsqueda bibliográfica realizada, no se encontraron estimaciones o cálculos de fiabilidad de las observaciones para los métodos *Ad libitum* y Animal focal, explicado en parte, porque son básicamente metodologías descriptivas de los eventos y sub-eventos observados.



Para la determinación de la fiabilidad de los resultados Uno-Cero, se calculó el índice de fiabilidad y concordancia, o como se conoce comúnmente, el grado de concordancia, entre registros de comportamientos recogidos en observaciones dobles independientes y simultáneas de un individuo o individuos, esto se hizo mediante el modelo de Bakeman y Gottman (1986) el cual toma los acuerdos y desacuerdos entre observadores y se basa en la siguiente fórmula:

$$PA = ((N \text{ acuerdos} / (N \text{ acuerdos} + N \text{ desacuerdos})) * 100)$$

En una tabla se registran los datos obtenidos por cada observador, y posteriormente, se hace un conteo de las veces que los observadores estuvieron de acuerdo y en desacuerdo. El valor que debe tener este modelo en cuanto a concordancia para ser considerado como fiable, tiene que ser del 50% como mínimo, y estar por encima de este valor garantiza la fiabilidad de las observaciones.

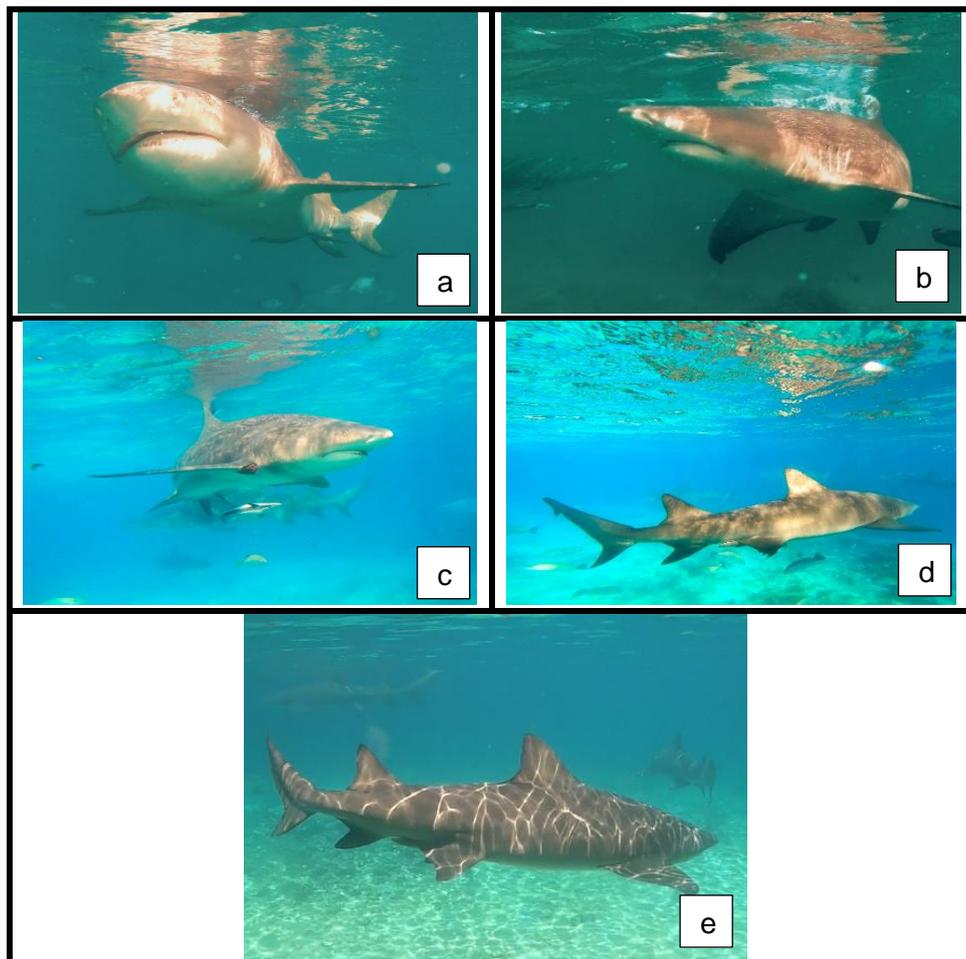


## 7. RESULTADOS

### 7.1. Descripción de los individuos

En el tanque de estudio se identificaron dos hembras y tres machos de la especie *Negaprion brevirostris*, los cuales son descritos a continuación de manera general y detallada (Tablas 8-13).

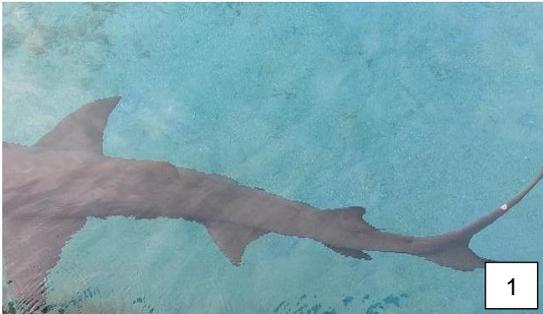
**Tabla 8.** Ejemplares observados de *Negaprion brevirostris*: a) H1, b) H2, c) M1, d) M2, e) M3 (H: Hembra; M: Macho).



A continuación, se presenta de forma detallada la descripción de cada individuo de acuerdo a sus hendiduras, manchas, cicatrices y tamaño que cada ejemplar presenta y los cuales son usados para su rápida identificación:



**Tabla 9.** Caracteres distintivos de los individuos de *N. brevirostris* (Ejemplar M1) (M=Macho: H=Hembra).

<b>M1 (Talla= 3.1 m)</b>	
	
<b>Caracteres Distintivos</b>	
 <p style="text-align: right;">1</p>	 <p style="text-align: right;">2</p>
 <p style="text-align: right;">3</p>	 <p style="text-align: right;">4</p>
<p>Individuo que presenta heridas por posibles forcejeos y/o competencia al alimentarse, esas heridas son visibles en la mayoría de sus aletas.</p>	
<p>1. Herida en aleta caudal, 2. Herida en la base de la aleta pectoral, 3. Punta de la aleta dorsal recortada y 4. Dos laceraciones en la aleta dorsal</p>	

**Tabla 10.** Caracteres distintivos de los individuos de *N. brevirostris* (Ejemplar M2) (M=Macho: H=Hembra).

<b>M2 (Talla= 2.9 m)</b>	
	
<p>Su único carácter distintivo se encuentra en una de sus aletas pélvicas, posiblemente por competencia al momento de alimentarse.</p>	
<b>Caracteres Distintivos</b>	
	
<p>1 y 2. Herida en aleta pélvica derecha.</p>	

**Tabla 11.** Caracteres distintivos de los individuos de *N. brevirostris* (Ejemplar M3) (Macho: H=Hembra).

<b>M3 (Talla= 2.8 m)</b>	
	
<p>Individuo de menor tamaño, físicamente se caracteriza por una hendidura en su aleta dorsal y el margen post-ventral inferior.</p>	
<b>Caracteres Distintivos</b>	
	
<p>1. Hendidura en el margen post-ventral inferior 2. Hendidura en su aleta</p>	

**Tabla 12.** Caracteres distintivos de los individuos de *N. brevirostris* (Ejemplar H1) (M=Macho: H=Hembra).

<b>H1 (Talla= 3.2 m)</b>	
	
<p>Individuo de mayor tamaño, físicamente no presenta ninguna marca o herida fácilmente visible. Sus características más distintivas son unas pequeñas hendiduras a lo largo de sus de aletas pectorales y pélvicas.</p>	
<b>Caracteres Distintivos</b>	
	
<p>1 y 2 Hendiduras a lo largo de sus aletas pectorales y pélvicas.</p>	

**Tabla 13.** Caracteres distintivos de los individuos de *N. brevirostris* (Ejemplar H2) (M=Macho: H=Hembra).

<b>H2 (Talla= 3 m)</b>	
	
<p>Individuo que presenta laceraciones en una de sus aletas pectorales (izquierda o derecha), la cual es fácilmente visible desde la superficie y en la profundidad dependiendo de la calidad del agua.</p>	
<b>Caracteres Distintivos</b>	
 <p style="text-align: right;">1</p>	 <p style="text-align: right;">2</p>
<p>1 y 2 Laceraciones en una de sus aletas pectorales derecha</p>	

## 7.2. Muestreo *Ad libitum* preliminar

En el muestreo preliminar se delimitaron un total de 35 sub-eventos obtenidos a partir de la observación de los ejemplares, y de las descripciones previas de eventos de otros autores (Tabla 14).

**Tabla 14.** Listado de sub-eventos de trabajos etológicos previos empleando el método de muestreo *Ad libitum*.

SUB-EVENTOS REGISTRADOS		
Mayorga y Ramos (2001)	Bejarano y Robayo (2003)	Presente Estudio
Nadar y reptar	Descanso con pectorales	Nado Individual
Acomodo	Descanso sin pectorales	Nado Paralelo h-h
Posado	Nado continuo	Nado Paralelo m-m
Enterrado	Acicalamiento de dorso	Nado Paralelo N.I.
Semi-enterrado	Acicalamiento de cláspes	Nado Paralelo h-m
Búsqueda	Acicalamiento de mandíbula	Nado x3
Expulsión de chorros	Randeo	Nado x4
Excavar	Tanteo	Nado x5
Captura	Imposición	En fila
Masticación	Captura	Individual
Acercamiento	Retirada	dispersión
Olfateo	Revisión	Cambio de dirección
Mordisqueo	Ramoneo	Acicalamiento de Dorso
Sujeción	Pre-acoplamiento	Acicalamiento de mandíbula
Penetración	Acoplamiento	Roces con la malla
Posición agresiva	Posicionamiento	Rondeo
Punzar con la espina	Alineamiento	Tanteo
	Inserción	Imposición
	Cópula	Captura
	Post-cópula	Retirada
		Revisión
		Ramoneo
		Interacción con Sábalo
		Interacción con T. Toro
		Roces /cruces
		Inspección
		Descanso Individual
		Descanso Grupal
		Pre-acoplamiento
		Acoplamiento
		Posicionamiento
		Alineamiento
		Inserción
		Copulación
		Post-copulación



### 7.3. Muestreo *Ad libitum*

Para el muestreo *Ad libitum*, los estados que se observaron finalmente fueron 6 **sub-estados**, 19 **eventos** y 12 **sub-eventos**.

Los eventos y sub-eventos nuevos observados en el presente estudio se detallan a continuación en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Sub-estados, eventos y sub-eventos finales observados en el presente estudio.

Sub Estado	Evento	Sub evento
Desplazamiento	Nado Continuo	Individual
		Paralelo H-M
		Paralelo H-H
		Paralelo M-M
		Paralelo N.I
		Nado x3
		Nado x4
		Nado x5
		Lejos del Observador
	Nado Discontinuo	Individual
		Dispersión
		Cambio de dirección
Acicalamiento	De dorso	
	De Clasper	
	De mandíbula	
	Roces con la malla	
Interacción	Sábalo	
	Tiburón Toro	
	Roces/Cruces	
	Inspección	
Recolección	Rondeo	
	Tanteo	
	Imposición	
	Captura	
	Retirada	
	Revisión	
	Ramoneo	
Descanso	Grupal	
	Individual	



A continuación, se presenta en detalle la descripción de los eventos y sub-eventos nuevos o con alguna modificación a los que previamente se describieron en la metodología de trabajos previos (Tablas 16-21) (Figuras 9-14):

:

➤ **Nado Continuo:**

- **Nado Continuo Individual:** Este desplazamiento implica un incremento en la actividad de las aletas pectorales con el fin de aumentar la propulsión mediante movimientos laterales de la aleta caudal. Durante esta acción, los tiburones nadan de forma ondulante, ejecutando amplios movimientos oscilatorios con su aleta caudal para generar impulso suavemente. Además, las aletas pectorales cumplen un rol esencial al proporcionar fuerza de sustentación, facilitar giros y prevenir que el animal experimenta oscilaciones no deseadas.
- **Nado Continuo Hembra-Hembra/Macho-Macho:** Este evento hace referencia cuando los individuos del mismo sexo nadan de forma paralela durante cierta distancia por el encierro.
- **Nado Paralelo N.I.:** Esto ocurría cuando no era posible determinar con quien estaba acompañado el individuo al momento de demarcar el nado paralelo que estaban haciendo.
- **Nado Continuo en Fila:** Evento durante el cual un individuo sigue la dirección de nado de otro o lidera el rumbo que tiene el nado en un momento determinado
- **Nado x3, x4 y x5:** Las formaciones de nado muestran la sincronización que los individuos tienen en cierto espacio, en este caso, los individuos eran vistos nadando en conjunto alrededor del encierro, mayormente para estar preparados para su impulso de depredadores, si bien los tiburones tienen todos los instintos necesarios para cazar individualmente, en ocasiones deciden hacerlo en conjunto para aumentar las posibilidades de obtener alimento cita. Este evento fue mayormente observado en la formación x 4.
- **Nado L.D.O. (Lejos del Observador):** Este evento tiene la funcionalidad de dejar expuesta la posibilidad de que, al momento de observar a los individuos, este desaparezca del campo de visión momentáneamente, esto ocurrió en su mayoría por poca visibilidad en el agua.



➤ **Nado Discontinuo:**

- **Nado Discontinuo Individual:** La descripción de este evento es básicamente el patrón de movimiento en el que un individuo, realiza movimientos intermitentes en el agua en lugar de nadar de manera constante y fluida. En ese caso, este patrón de nado suele estar asociado a factores externos que hacen que los individuos se “espanten” e interrumpan su flujo de nado para alejarse rápidamente de la zona.
- **Nado Discontinuo de Dispersión:** La interrupción del flujo de nado de un individuo afecta el ritmo de los otros también, este evento puede verse como una falta de comodidad de un individuo al estar cerca de otros básicamente, también se planteó la posibilidad de que, los individuos en este evento realicen algo que se puede considerar una forma de “juego”, ya que en ocasiones, realizaron este evento sin ningún factor externo o estímulo alimentario que promoviera o diera razones del porqué realizaron este evento.
- **Cambio de dirección:** Cambiar la dirección en la que nadan los tiburones es una habilidad importante que les permite navegar hábilmente en sus entornos submarinos. Este evento es facilitado gracias a sus aletas pectorales, ya que, estas permiten el control direccional y la aleta caudal ajusta el rumbo mediante movimientos laterales. Además, inclinan el cuerpo y utilizan sus aletas dorsales para mantener el equilibrio y girar. Esta capacidad de cambiar de dirección es la que les permite de cierta forma competir con los demás individuos en el sitio de caza, evitar y desplazarse a los entornos del encierro en los que prefieran estar en momentos determinados e interactuar con los demás individuos.

➤ **Acicalamiento:**

Los eventos descritos en la metodología y observados por Bejarano y Robayo (2003) también fueron evidenciados en el presente trabajo, tales como: Acicalamiento de Dorso, Acicalamiento de Cláspes y Acicalamiento de Mandíbula, los cuales fueron descritos previamente en los antecedentes del presente documento.



El evento nuevo de esta investigación que se observó en *N. brevirostris* fue:

- **Roces con la Malla:** El individuo nada cerca de las mallas hasta en ocasiones rozando sus aletas pectorales y parte de su parte ventral.

➤ **Alimentación:**

Los eventos de alimentación también fueron evidenciados en el presente trabajo, tales como Rondeo, Tanteo, imposición, Captura, Revisión y Ramoneo.

➤ **Interacción:**

Este sub-estado y sus eventos son nuevos al comparar la literatura encontrada y sólo se han sido registrado en el presente estudio.

- **Limón-Sábalo:** En ocasiones un Sábalo se podía ver cerca de uno de los tiburones o de varios, sin ser atacado o disturbado por uno de ellos, esto demuestra cierta relación entre ellos. Esta relación también podía ser observada en las horas de los shows de alimentación y en la jornada de alimentación de la tarde. Los organismos comparten el espacio de alimentación sin directamente afectarse uno al otro.
- **Limón-Toro:** Los tiburones Toro que hay en el encierro también tienen una relación con los limones, estos en varias ocasiones podían ser observados “persiguiendo” al macho Limón más pequeño, también se les podía observar en ocasiones nadando junto a alguno o algunos de los tiburones Limón.
- **Roces/Cruces:** Este evento hace alusión al contacto que tienen los tiburones al momento de nadar uno cerca del otro, estos contactos en su mayoría eran observados antes de la alimentación y después, específicamente al momento de hacer Nado continuo Paralelo H-H / M-M / N.I., Rondeo y Revisión.
- **Inspección:** Muchos estímulos externos hacen que los tiburones sean “curiosos”, un ejemplo de esto era cuando al momento de hacer la evidencias filmicas y fotográficas, los tiburones se sentían atraídos por la cámara y se acercaban a ella e interactúan con ella a forma de mordiscos leves. o también cuando se hacen reparaciones en el encierro de primera instancia se sienten atraídos hacia las vibraciones de los equipos.



➤ **Descanso:**

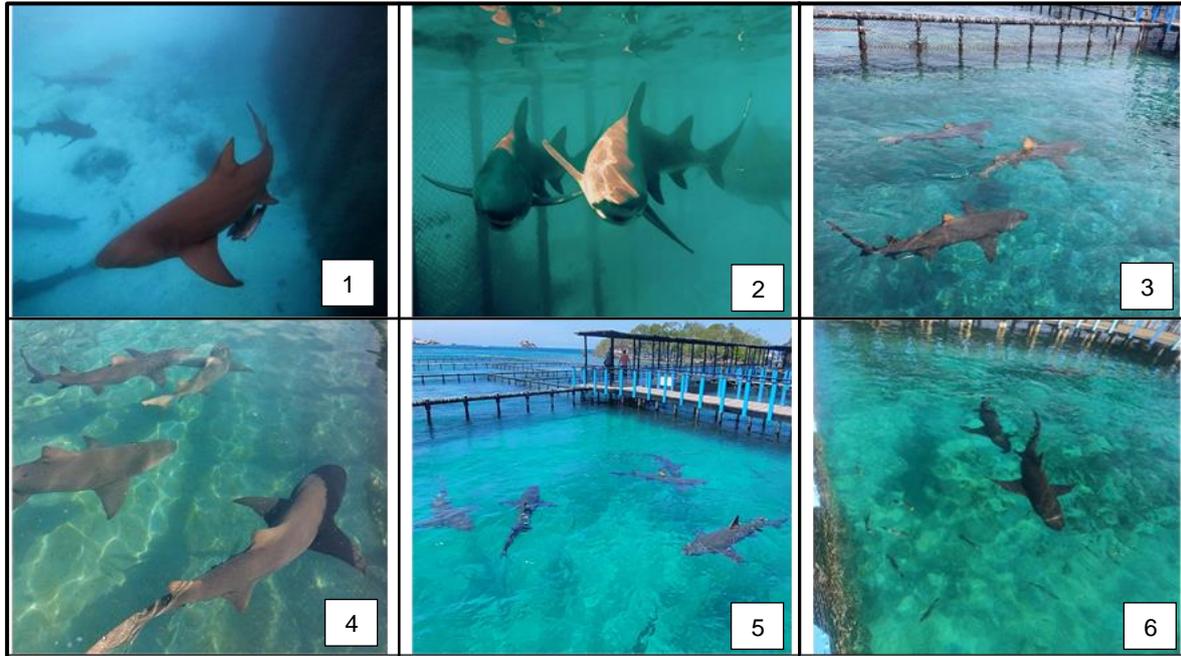
Este sub-estado y sus eventos no fueron observados de la misma forma que en trabajos previos, ya que, las características que se observaron fueron diferentes. Los eventos que se desglosaron de este sub-estado son:

- **Individual:** Un individuo es observado sobre el sustrato inmóvil durante cierto tiempo.
- **Grupal:** Varios individuos comparten un espacio del encierro para descansar.

**Tabla 16.** Eventos y sub-eventos del sub-estado Desplazamiento – Nado Continuo.

Sub-Estado	Evento	Sub-Eventos
<b>Desplazamiento</b>	<b>Nado continuo</b>  Desplazamiento que involucra una mayor actividad de las aletas pectorales y una mayor altura del fondo. Los tiburones ondulan el cuerpo para desplazarse ya sea de forma continua (en círculos) o intermitente, en muchos casos, intensifican la propulsión con movimientos laterales de la aleta caudal y remando con las extremidades pares	INDIVIDUAL
		PARALELO H-H/M-M PARALELO N.I PARALELO M-H
		NADO X3
		NADO X4
		NADO X5
		EN FILA
		L.D.O





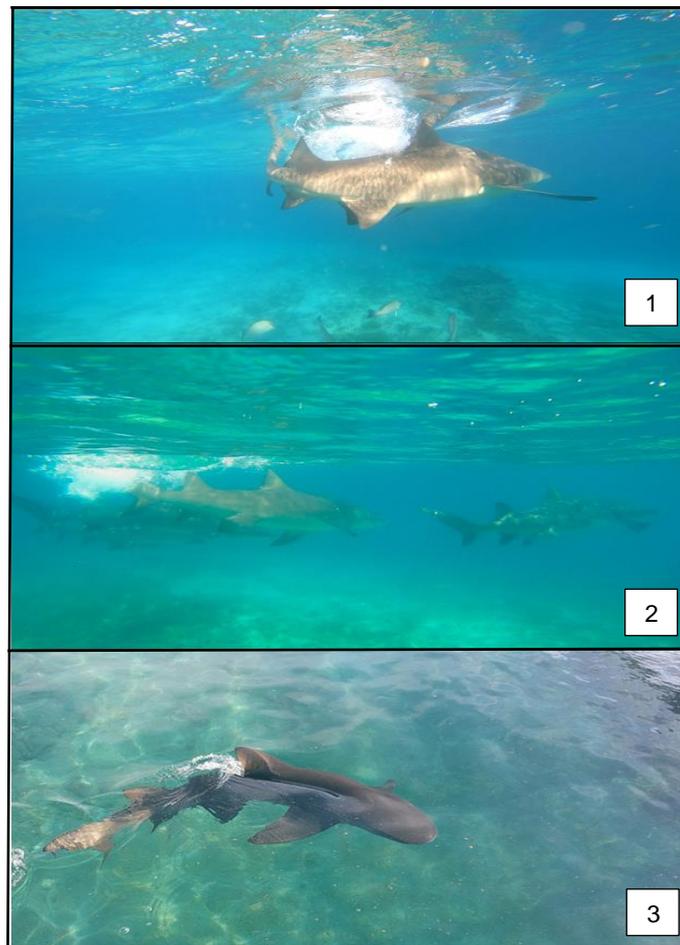
1. Individual 2. Paralelo 3. Nado x3 4. Nado x4 5. Nado x5 6. En fila

**Figura 9.** Sub-eventos nado continuo

**Tabla 17.** Eventos y sub-eventos del sub-estado Desplazamiento – Nado Discontinuo.

Sub-Estado	Evento	Sub-Eventos
<b>Desplazamiento</b>	<b>Nado Discontinuo</b>  Patrón de movimiento en el que un individuo, realiza movimientos intermitentes en el agua en lugar de nadar de manera constante y fluida.	INDIVIDUAL
		DISPERSIÓN
		CAMBIO DE DIRECCION



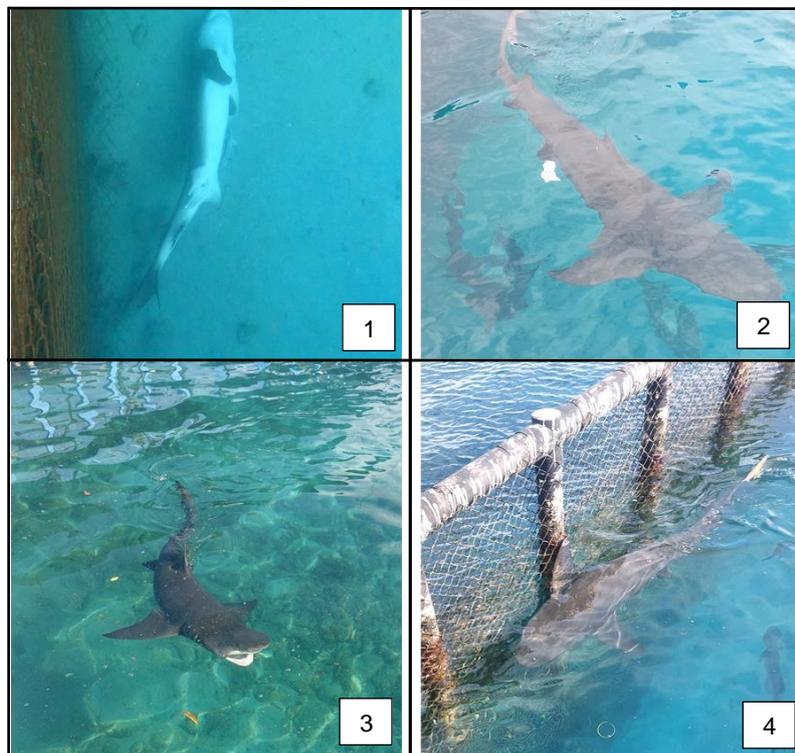


1. Individual 2. Dispersión 3. Cambio de dirección

**Figura 10.** Sub-eventos nado discontinuo

**Tabla 18.** Sub-estados y eventos del estado Locomoción

Estado	Sub-Estado	Eventos
<b>Locomoción</b>	<b>Acicalamiento</b> Son series de movimientos que sirven para mantener la eficiencia de los tegumentos.	DE DORSO
		DE CLASPER
		MANDÍBULA
		ROCES CON LA MALLA

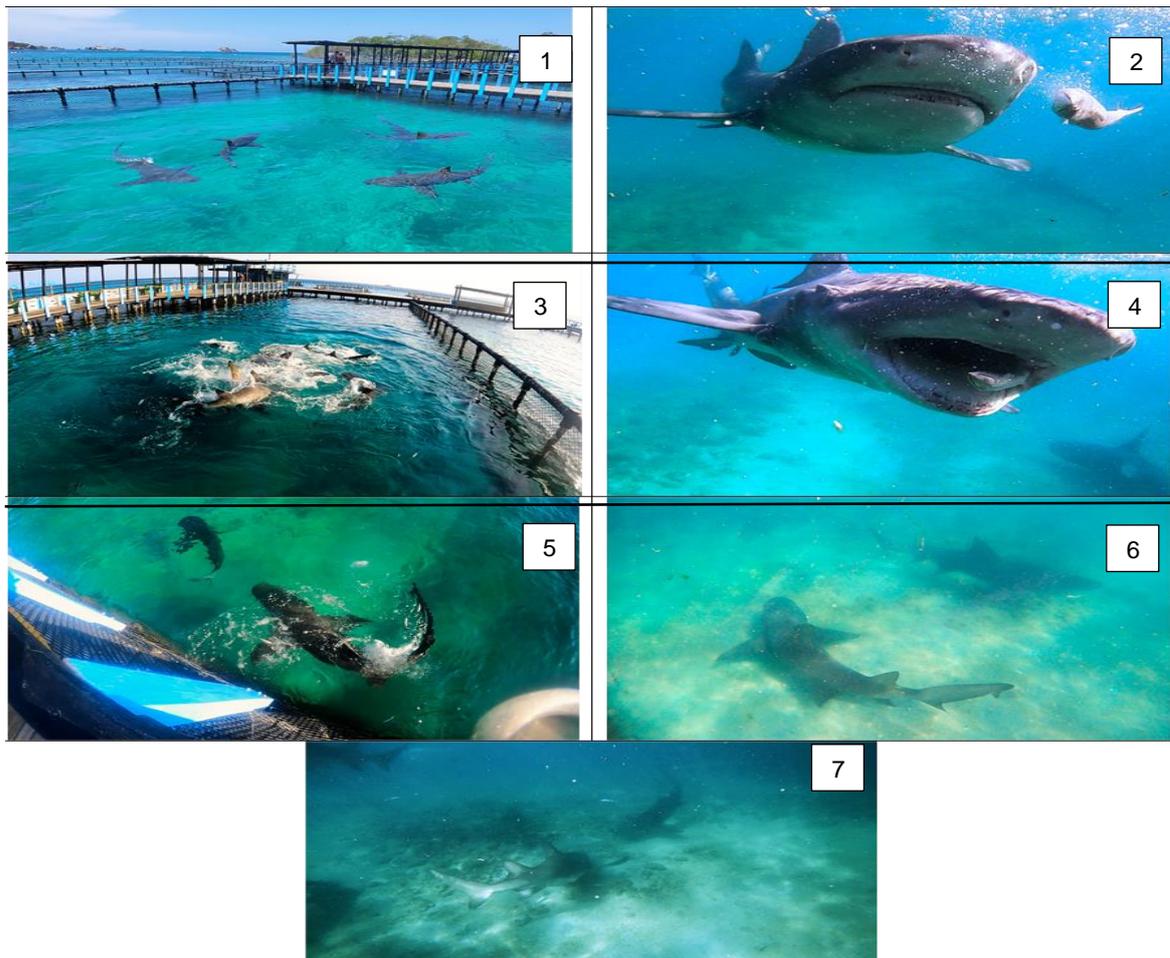


**Figura 11.** Eventos de acicalamiento: 1. Dorso, 2. Cláspes, 3. Mandíbula, 4. Roces con la malla



**Tabla 19.** Sub-estados y eventos del estado Alimentación.

Estado	Sub-Estado	Evento
<b>Alimentación</b>	<b>Recolección</b>	RONDEO
		TANTEO
		IMPOSICIÓN
		CAPTURA
		RETIRADA
		REVISIÓN
		RAMONEO

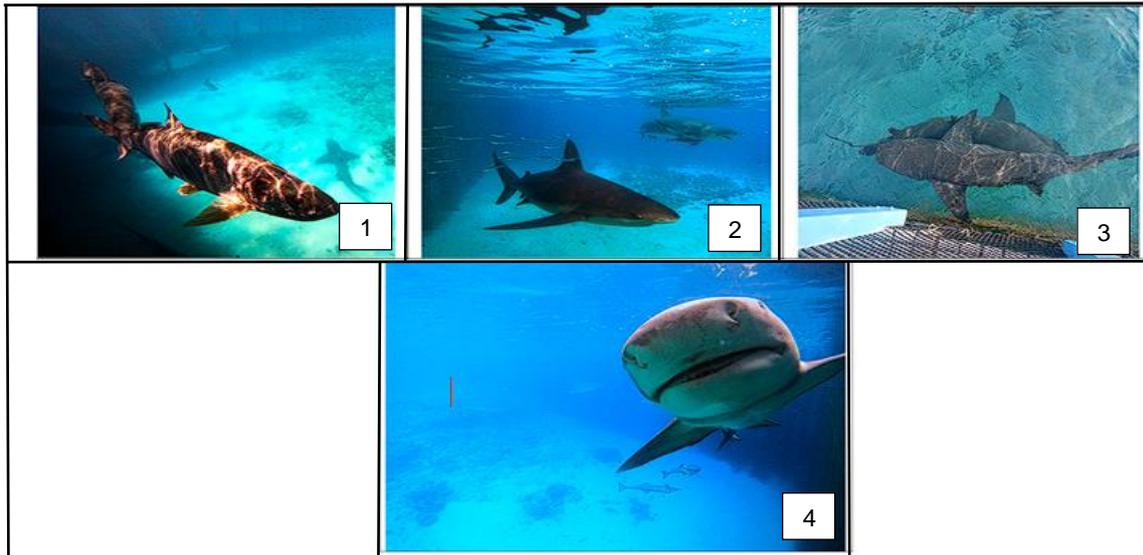


**Figura 12.** Eventos de alimentación: 1. Rondeo, 2. Tanteo, 3. Imposición, 4. Captura, 5. Retirada, 6. Revisión, 7. Ramoneo



**Tabla 20.** Eventos del Sub-estado Interacción.

Sub-Estado	Eventos
<p align="center"><b>Interacción</b></p> <p>Relación observable entre los tiburones y los demás organismos que se encuentran en el encierro, entre ellos mismo. Y atracciones por objetos o estímulos externos</p>	<p align="center"><b>SÁBALO</b></p> <p>Nada sin ser perturbado por algún sáballo que nade en su dirección</p>
	<p align="center"><b>TORO</b></p> <p>Nada sin ser perturbado por algún Tiburón Toro que nade en su dirección</p>
	<p align="center"><b>ROCES /CRUCES</b></p> <p>Al nadar se cruza con algún individuo y de manera sutil u obvia contacta con otro individuo</p>
	<p align="center"><b>INSPECCION</b></p> <p>El individuo es atraído por algún objeto o alteración en fuera del encierro</p>

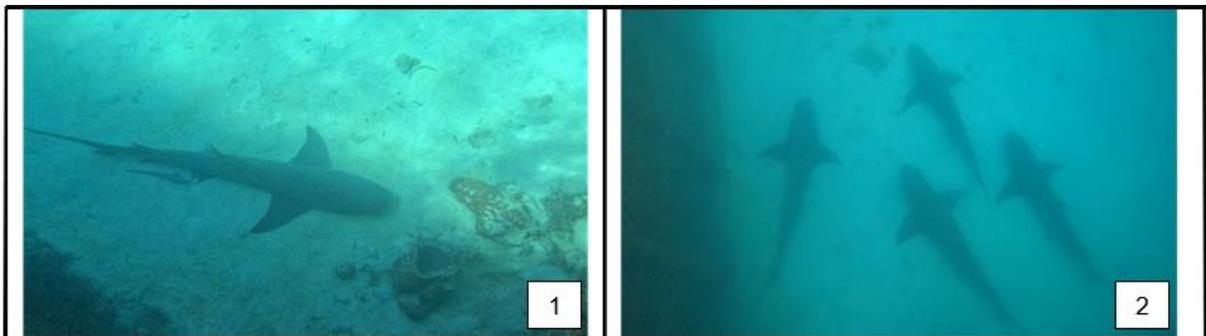


**Figura 13.** Eventos de interacción: 1. Sáballo, 2. Toro, 3. Roces/Cruces, 4. Inspección



**Tabla 21.** Sub-estados y eventos del estado Espaciamiento.

Estado	Sub-estado	Eventos
<b>Espaciamiento</b>	<b>Descanso</b> Posición de Inactividad que adopta un individuo durante un periodo de tiempo.	<b>INDIVIDUAL</b> El individuo reposa encuentra inactivo sin ningún otro individuo cerca
		<b>GRUPAL</b> Reposo en el fondo acompañado por uno o más individuos



**Figura 14** Eventos de descanso: 1. Individual 2. Grupal



#### 7.4. Muestreo Animal Focal

Este muestreo contó con 280 horas de observación, de las cuales se hizo un análisis de las frecuencias de ocurrencia de cada uno de los eventos y sub-eventos que se monitorearon. Durante el desarrollo de este muestreo, se evidenció que los eventos podían seguir algunos patrones en cuanto a secuencia o en cuanto a que individuos los realizaba.

Las frecuencias se agruparon con el fin de organizar la etograma final del presente trabajo, el cual presenta los patrones de comportamiento más relevantes que se vieron a lo largo del estudio, y que son más frecuentes en esta especie.

Inicialmente, se presenta la diferenciación de frecuencias de los eventos y sub-eventos entre los machos y hembras.

Los machos a diferencia de las hembras presentan cierta uniformidad en cuanto a la frecuencia total de sus eventos y sub-eventos realizados (Tabla 22-Figura 15). La jerarquía que se observó en los cinco individuos, mostró que, cada uno de los machos ocupa un escalafón en el quinteto de tiburones que están en el encierro, en el caso de los machos, el M1 es quien es menos activo, sin embargo, al ocupar el primer puesto hace que la competencia sea dirigida completamente a él, esto puede basarse en que es el único de los individuos que presenta heridas y cicatrices que pueden deberse a ello.

Si se observan las frecuencias, se tiene que el ejemplar macho M1 es el que menos eventos realizó durante esta fase metodológica, se le observó distante en ocasiones y su comportamiento no fue tan social como la de los otros individuos. Con respecto al M2, se tiene que es el individuo que presenta frecuencias más altas, tiende a ser más receptivo a permitir que otro tiburón se acerque a él, lo que con lleva a una variación en su comportamiento más amplio que la del resto de machos. El M3, al ser el más pequeño, es el más evasivo de los cinco individuos, su tasa de eventos presentados es la segunda de los machos, pero este al realizar sus eventos es quien se acerca a los tiburones, ya sea para nadar en formación o descansar.

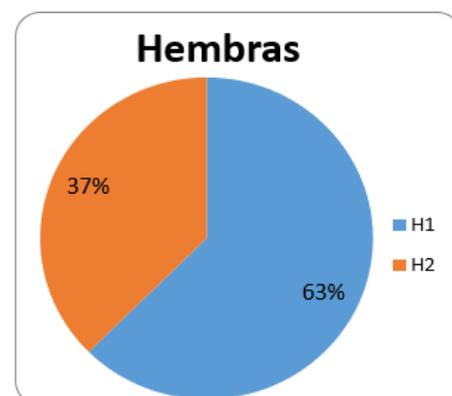
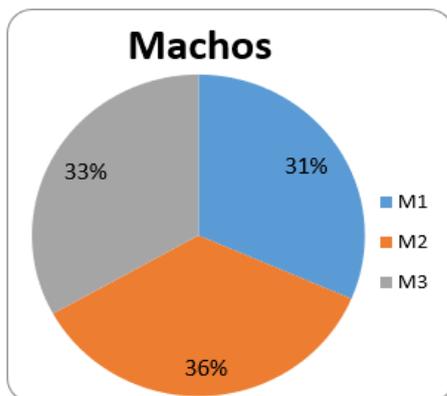


En cuanto a las hembras, la H1 es el individuo más grande del encierro, esto hace que se considere la hembra alfa del escalafón, pero sus eventos no sobrepasaron el total de eventos de un macho. Se observó que un individuo puede ser receptor de un evento o sub-evento por parte de otro organismo, es decir, el nado continuo puede ser en dos formas, ya sea que el individuo se acerque a otro o viceversa, por ello se especificaron la cantidad de individuos que pueden estar presentes en una formación de nado continuo. Y la hembra H2, presenta la frecuencia más baja de eventos en comparación a todos los individuos del estudio, e incluso está por debajo del promedio de las frecuencias totales registradas.

**Tabla 22.** Frecuencias totales de eventos y sub-eventos machos vs hembras.

Frecuencia E y SE en Machos		
M1	M2	M3
2205	2487	2320

Frecuencia E y SE en Hembras	
H1	H2
2165	1298



**Figura 15.** Porcentajes de eventos machos vs hembras.

Y a continuación, se presentan las gráficas de las frecuencias de los eventos y sub-eventos de cada sub-estado, así como, las comparaciones con cada uno de los individuos y demás características que hicieron parte del estudio.



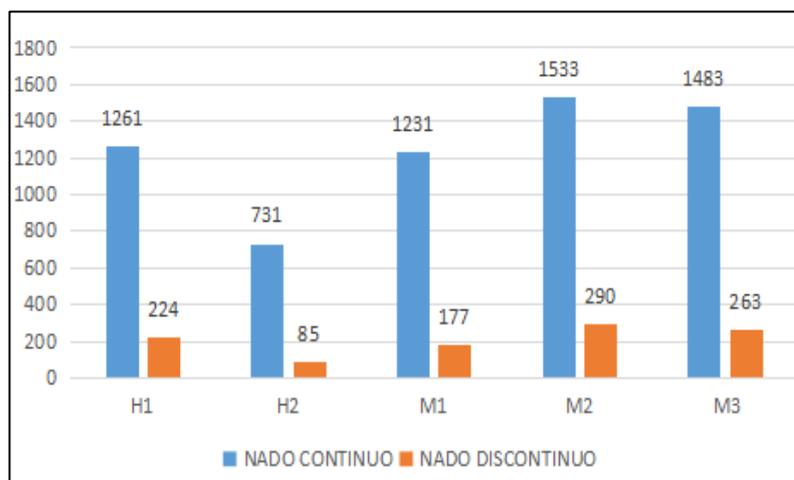
#### 7.4.1. Sub-estado 1. Desplazamiento.

El desplazamiento fue el sub-estado que contó con mayor frecuencia de eventos y sub-eventos registrados, esto se debe a que estos individuos, la mayor parte del tiempo, están en constante movimiento, y durante éste, presentan patrones que permiten verlos relacionándose entre ellos y los diferentes organismos con los cuales comparte el espacio.

En este sub-estado es evidente lo mencionado anteriormente sobre cómo el individuo más activo (M2), y el menos activo (H2). En cuanto a los otros tres tiburones del encierro se observa una leve uniformidad para este sub-estado, sobre todo con H1 y M1 en el nado continuo, sin embargo, en el nado discontinuo H1, M1 y M3 si tienen una frecuencia similar (Tabla 23-Figura 16).

**Tabla 23.** Frecuencias de los eventos nado continuo vs nado discontinuo.

EVENTOS	H1	H2	M1	M2	M3
NADO CONTINUO	1261	731	1231	1533	1483
NADO DISCONTINUO	224	85	177	290	263
Grand Total	1485	816	1408	1823	1746



**Figura 16.** Frecuencias observadas en nado continuo comparadas con las observadas en nado discontinuo.



- **Evento 1. Nado Continuo**

El nado continuo fue el evento que más sub-estados derivó, como se ha mencionado con anterioridad, la cantidad de sub-eventos que se observaron en el sub-estado de desplazamiento se debe a la relación que tienen estos individuos al nadar.

En este evento se pueden observar que patrones sigue esta especie al momento de nadar, ya sea de forma solitaria, o acompañado por uno o varios individuos, y se podría decir que el individuo que más interactúa con otros es el macho 3 (M3), ya que, éste fue el individuo que se observó la mayor tendencia para estar cerca de otro, por otro lado, el individuo que no se relaciona tanto con el resto de los tiburones es H2.

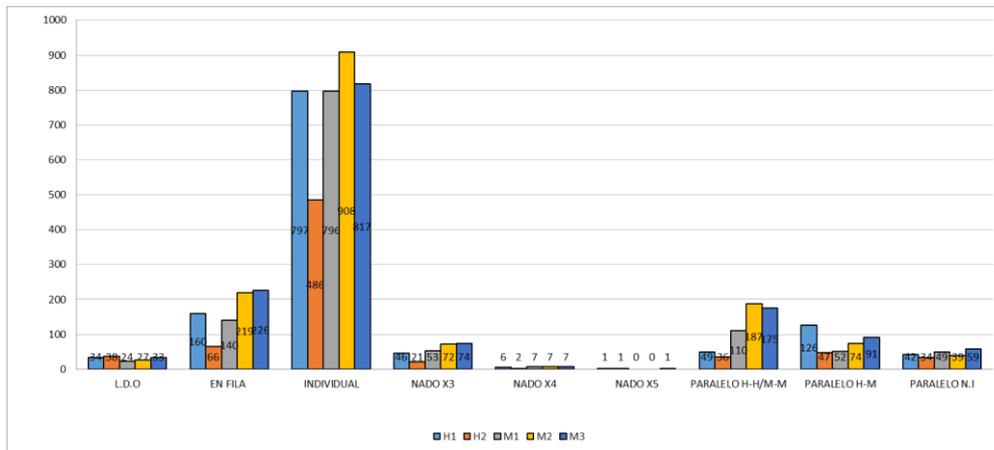
El sub-estado Nado x 5 es el que presenta la frecuencia más baja, explicado en parte, a la poca actividad natatoria de la hembra 2 (H2), y a que la mayor parte del tiempo los individuos siguen patrones que diferencian del resto, los cuales se seguirán determinando a lo largo de los resultados de este trabajo.

Como era de esperarse para esta especie, el nado individual, e nado en final y el nado paralelo fueron los más predominantes a lo largo del estudio. Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 24-Figura 17):

**Tabla 24.** Frecuencia de sub-eventos de nado continuo

Subevento	H1	H2	M1	M2	M3
L.D.O	34	38	24	27	33
EN FILA	160	66	140	219	226
INDIVIDUAL	797	486	796	908	817
NADO X3	46	21	53	72	74
NADO X4	6	2	7	7	7
NADO X5	1	1	0	0	1
PARALELO H-H/M-	49	36	110	187	175
PARALELO H-M	126	47	52	74	91
PARALELO N.I	42	34	49	39	59
Total general	1261	731	1231	1533	1483





**Figura 17.** Frecuencia de sub-eventos de nado continuo.

- **Evento 2. Nado Discontinuo**

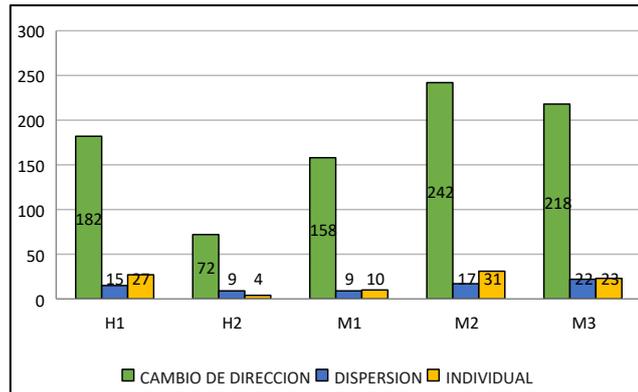
El nado discontinuo presentó tres sub-eventos, los cuales cuentan con la característica de que son realizados cuando un individuo se siente amenazado, incómodo o quiere demostrar dominancia sobre los demás. Observando cada individuo, se puede afirmar que el cambio de dirección es más frecuente en M2, ya que, este individuo siempre trataba de estar junto a otro individuo, esto se puede evidenciar en las Figuras 17 y 18, sin embargo, H2 es quien menos presentó este sub-evento.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 25-Figura 18):

**Tabla 25.** Frecuencia de sub-eventos de nado discontinuo

SUBEVENTO	H1	H2	M1	M2	M3
CAMBIO DE DIRECCION	182	72	158	242	218
DISPERSION	15	9	9	17	22
INDIVIDUAL	27	4	10	31	23
Total general	224	85	177	290	263





**Figura 18.** Frecuencia de sub-eventos de nado discontinuo

- **Evento 3. Inspección**

La inspección si bien fue un evento que tuvo una frecuencia baja, sirvió para observar como los individuos responden a estímulos que pueden estar sucediendo dentro y fuera del encierro. Teniendo en cuenta las frecuencias se puede observar como M2 fue el individuo que presentó mayor frecuencia en este evento.

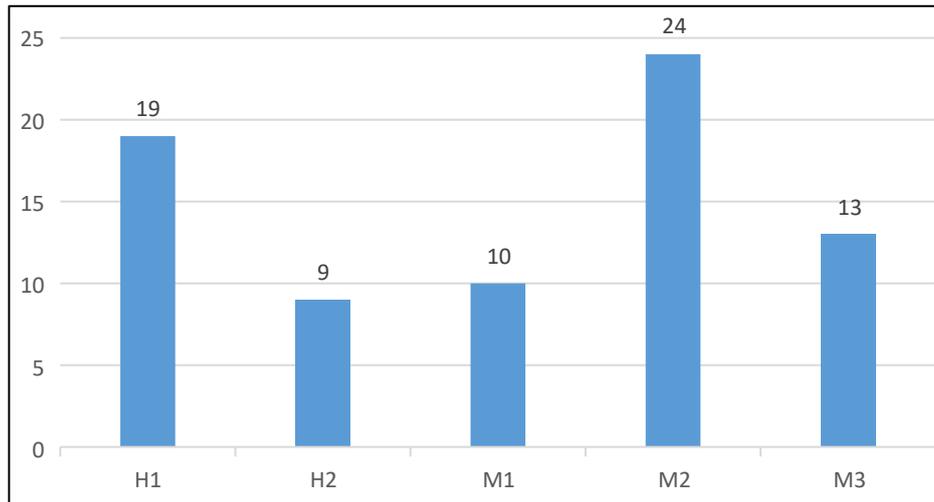
Muchos de los estímulos que pueden provocar este evento van desde alteraciones en encierros vecinos, en inclusive en los encierros que pueden considerarse alejados.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 26-Figura 19):

**Tabla 26.** Frecuencia de Inspección en tiburones de la especie *N. brevirostris*

EVENTO	H1	H2	M1	M2	M3
INSPECCION	19	9	10	24	13





**Figura 19.** Frecuencia de Inspección en tiburones de la especie *N. brevirostris*

#### 7.4.2. Sub-estado 2. Acicalamiento

En cuanto a los acicalamientos se puede decir que los roces con la malla fueron los acicalamientos que presentaron mayor frecuencia, lo cual resulta peculiar, ya que, en la literatura no se encuentran registros o alguna observación sobre este comportamiento. Este evento se incluyó en el sub-estado de acicalamiento, ya que los individuos lo realizaban antes y después de alimentarse, acercándose a la malla que se encuentra situada en la zona somera del encierro..

M1 presentó una peculiaridad en este sub-estado, sus nados eran en forma de ocho o en forma elíptica en la superficie de la parte profunda del encierro, alejado del estímulo alimentario y de los demás tiburones. En las horas de la tarde se le observaba a M1 realizar este evento, pero, con un esquema diferente, esta vez realizaba un patrón lineal, pegado a la malla localizada en la frontera con aventura arrecife. Por otro lado, los demás tiburones sólo realizaban este evento, de forma leve, si ser tan repetitivos como M1.

En los acicalamientos de dorso, M2 fue quien realizó el mayor número de veces, y también fue el más consistente con el patrón de cómo lo realiza. Este evento ocurría antes y después de descansar, así como, a la hora de alimentarse. Se sigue teniendo la misma peculiaridad para H2 en cuanto a la menor frecuencia.

Los acicalamientos de mandíbula fueron de cierta forma uniforme en cuanto a su frecuencia, pero sí se destaca la mayor y la menor frecuencia en M2 y H2, respectivamente.

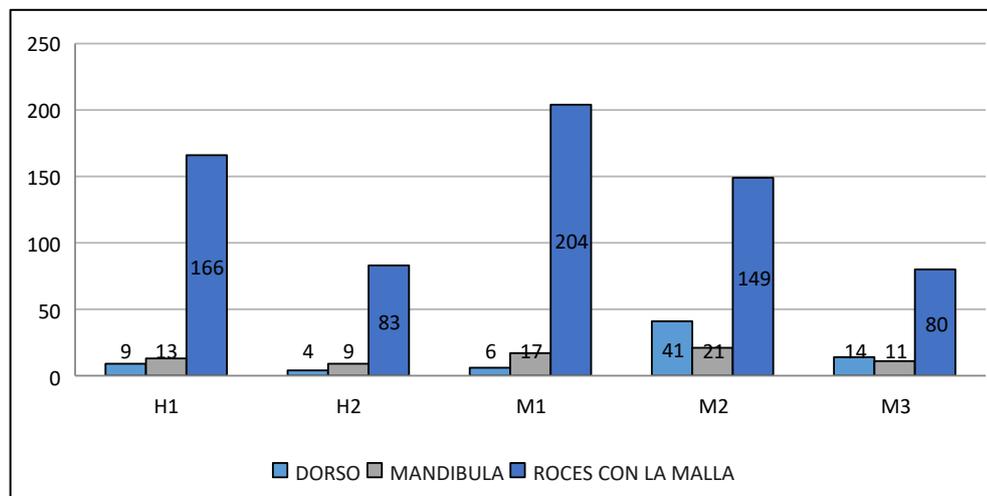


Los acicalamientos de cláspers no fueron incluidos en las gráficas porque sus frecuencias fueron muy bajas (<3), y sólo fueron observados en M1, lo cual sugiere que este evento sólo lo realizan los machos que están en etapa de madurez sexual.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 27-Figura 20):

**Tabla 27.** Frecuencias de los diferentes acicalamientos

EVENTOS	H1	H2	M1	M2	M3
DORSO	9	4	6	41	14
MANDIBULA	13	9	17	21	11
ROCES CON LA MALLA	166	83	204	149	80
Total general	188	96	227	211	105



**Figura 20.** Frecuencias de los diferentes acicalamientos

### 7.4.3. Sub-estado 3. Interacción

Teniendo en cuenta los diferentes eventos que se observaron, se puede decir que los roces son los que presentaron mayor frecuencia, siendo M1 el que tuvo una tasa de frecuencia más alta, y H2 la más baja.

Las interacciones con los sábalos eran difíciles de observar, debido a que la visibilidad desde fuera del agua se ve afectada por la refracción, esto hace que identificar que tan cerca nada un individuo de otro sea dificultoso. Sin embargo, no se observó una alteración por las dos especies de tiburones que están en el encierro, en muchas ocasiones se les puede observar participando del recorrido alimentario.

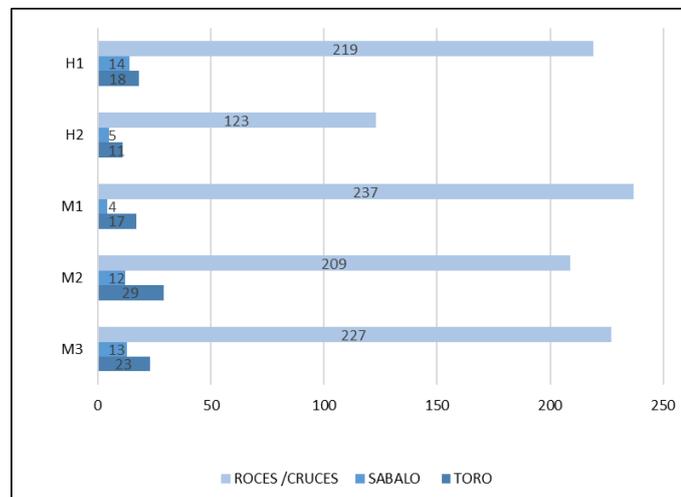


Los tiburones toro, sin embargo, son quienes en muchos casos son observados provocando, e inclusive, persiguiendo a los tiburones Limón de forma agresiva a lo largo del encierro. También se presentó que, en las dispersiones, al sentirse acorralados realizan una huida agresiva y rápida, lo que hace un efecto dominó en la zona de dispersión, y todos los organismos entran en este estado de alerta y se alejan de la zona, pero también se les puede observar participando de forma “precavida” en la alimentación.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 28-Figura 21):

**Tabla 28.** Frecuencias de interacción entre individuos

EVENTO	H1	H2	M1	M2	M3
ROCES /CRUCES	219	123	237	209	227
SABALO	14	5	4	12	13
TORO	18	11	17	29	23
<b>Total general</b>	<b>251</b>	<b>139</b>	<b>258</b>	<b>250</b>	<b>263</b>



**Figura 21.** Frecuencias de interacción entre individuos



#### 7.4.4. Sub-estado 4. Recolección.

La recolección se monitoreó en esta parte del muestreo principalmente para ver que tendencia presentaba en la metodología Uno-Cero, con el fin de tener una estimación aproximada del momento en que los tiburones empiezan a realizar los eventos de este sub-estado. Si se ven por separado cada uno de los eventos se puede decir que:

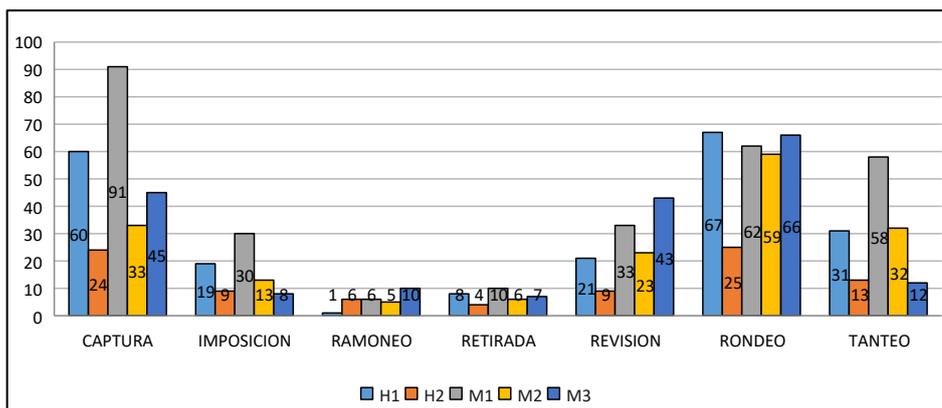
- ❖ M1 es quien presenta una tasa de captura mayor, seguido de H1. Esto se debe a que los individuos más grandes son los que recolectan más alimento por jerarquía.
- ❖ Las imposiciones siguen la misma regla, H1 y M1 son los que presentan una mayor frecuencia en este evento, y se observó que esos individuos en partículas son los que lo hacen de forma más agresiva. H2 y M3 son los que presentan una frecuencia menor, esto se debe a que H2 no es muy activa en cuanto a las paradas alimentarias, y M3 es más oportunista debido a su tamaño.
- ❖ Los ramoneos mostraron que M3 fue quien tuvo una mayor tasa de este evento, dado que por su tamaño siempre es más distante y precavido al acercarse al alimento, ya que, hay más individuos de mayor tamaño, por ello, casi siempre se le observaba haciendo este evento a mediados, y al finalizar la disposición de alimento que se hace en la parada al encierro.
- ❖ H1, M1 y M3 fueron los que tuvieron una tasa de retirada más alta, los dos primeros se les observaba imponiendo y alejándose de la zona de alimentación y regresando nuevamente, por competencia. M3 realiza este evento cuando le es posible capturar alimento que no fue localizado por los demás, este lo toma y se aleja rápidamente de la zona para después regresar. Las menores frecuencias se observaron en H2, quien no participaba mucho de la recolección, y M2 quien se encuentra en el medio del escalafón y no es tan competitivo.
- ❖ Las revisiones presentaron frecuencias altas en M3, y bajas en H2. M3 la mayor parte del tiempo era quien se acercaba a la zona de alimentación, ahí se posicionaba y esperaba que algún trozo de pescado que no fuese atrapado por otro organismo o tiburón quedara libre y/o se asentara en el fondo.
- ❖ El rondeo presentó una frecuencia similar en todos los individuos, a excepción de H2.
- ❖ M1 es quien realizó el tanteo de forma más frecuente, y de igual forma, hizo este evento de forma más evidente, ya que proyectaba su hocico completo fuera de la superficie. El resto de los individuos son más sutiles en este evento.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 29-Figura 22):



**Tabla 29.** Frecuencia de eventos de recolección

EVENTOS	H1	H2	M1	M2	M3
CAPTURA	60	24	91	33	45
IMPOSICION	19	9	30	13	8
RAMONEO	1	6	6	5	10
RETIRADA	8	4	10	6	7
REVISION	21	9	33	23	43
RONDEO	67	25	62	59	66
TANTEO	31	13	58	32	12
Total general	207	90	290	171	191



**Figura 22.** Frecuencia de eventos de recolección

#### 7.4.5. Sub-estado 5. Descanso

Los descansos no fueron frecuentes en todos los individuos, pero se puede recalcar que H2 fue quien llevó a cabo este evento con mayor frecuencia comparado con los demás individuos, sin embargo, este evento se observa en las primeras sesiones de la mañana y en las últimas sesiones de la tarde.

H2 siempre presentó una frecuencia más alta de este evento, ya que su comportamiento generalmente fue siempre presentar descansos prolongados, en las horas de la mañana se le observaba descansando generalmente en la zona somera del encierro, a diferencia de los demás individuos, que preferían la zona profunda para descansar, y en las horas de la tarde migraban a la parte profunda. Se sugiere para posteriores estudios etológicos, registrar el tiempo de inactividad de los ejemplares.

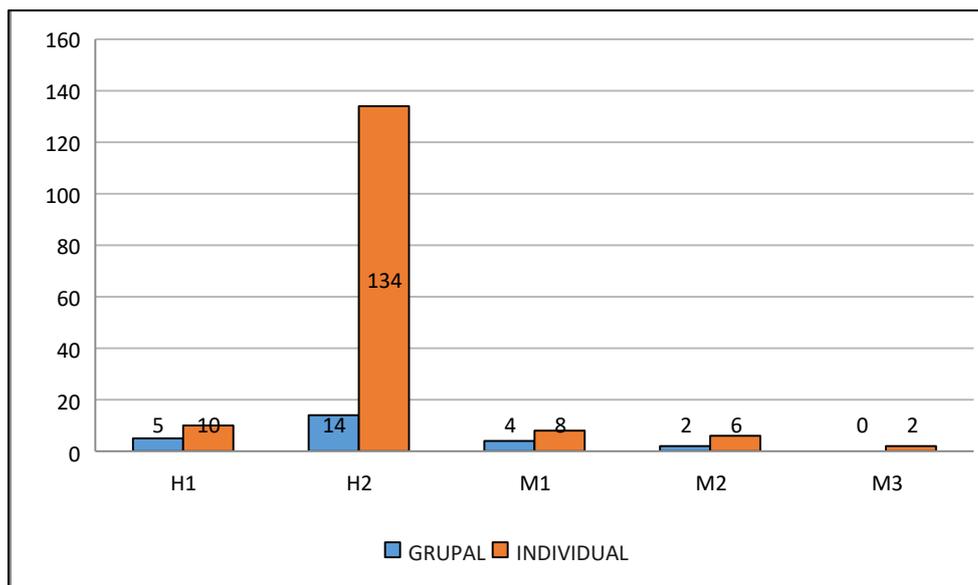
M3 no fue observado descansando en grupo en ninguna de las sesiones, posiblemente por ser un individuo de menor tamaño, lo cual lo lleva no estar cerca de los organismos más grandes, en un estado vulnerable como lo es el letargo.



Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias para cada individuo (Tabla 30-Figura 23):

**Tabla 30.** Frecuencia de descansos por individuo

EVENTO	H1	H2	M1	M2	M3
GRUPAL	5	14	4	2	0
INDIVIDUAL	10	134	8	6	2
Total general	15	148	12	8	2



**Figura 23.** Frecuencia de descansos por individuo



## 7.5. Muestreo Uno Cero

A continuación, se presentan las frecuencias de ocurrencia de eventos y sub-eventos, en primer lugar, de las observaciones directas realizadas, y posteriormente, de los registros fílmicos realizados en simultánea, a la hora de realizar el muestreo.

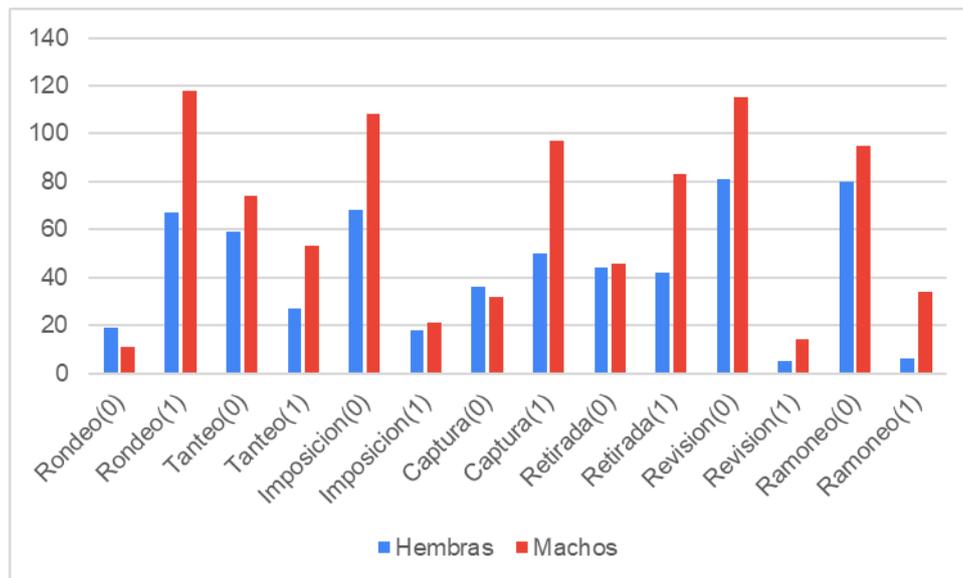
### 7.5.1. Matriz Observador

A continuación, se muestran los resultados registrados por el observador durante los recorridos de alimentación.

#### ❖ Aspectos alimentarios

El evento de recolección entre machos y hembras muestran que, los machos presentan una mayor actividad que las hembras, dado que una de ellas no es muy activa en este evento en particular.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias por grupo (Figura 24) y para cada individuo (Figura 25):



**Figura 24.** Frecuencias de ocurrencia de eventos alimentarios Machos vs. Hembras



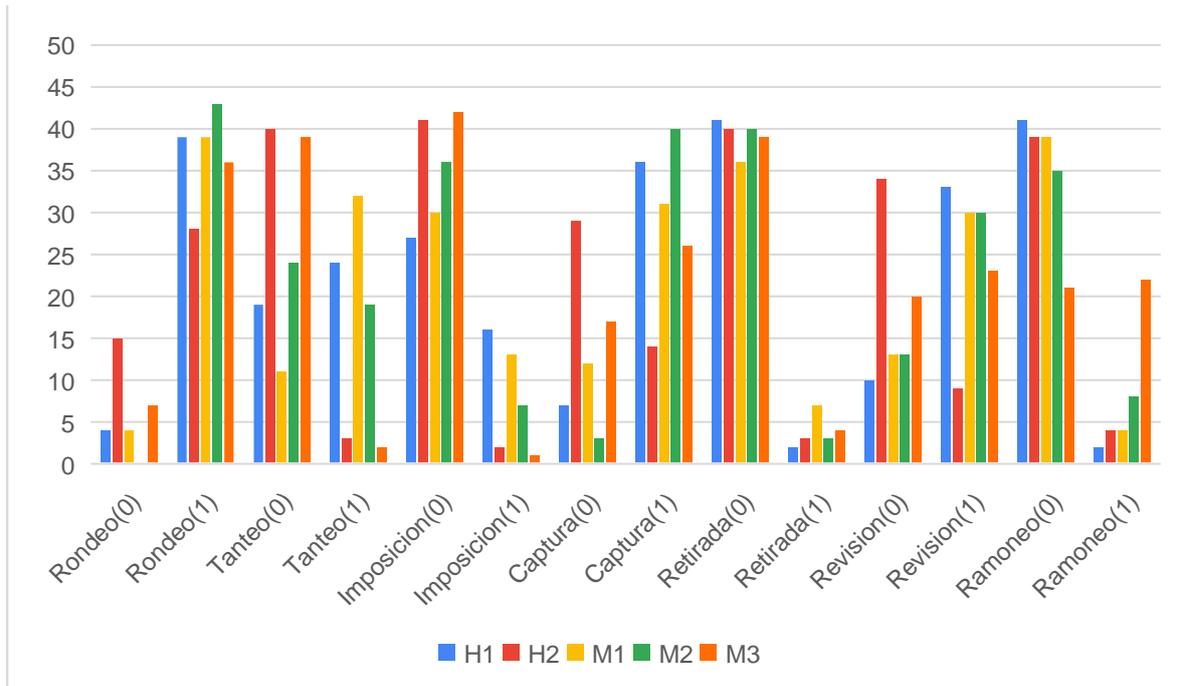
En la Figura 24, se muestran los eventos de alimentación y las frecuencias totales de cada uno de ellos a lo largo de esta fase muestral. Teniendo en cuenta que el número cero representa la no ocurrencia de un evento y el número uno la ocurrencia de este, se puede decir que:

- ❖ Los eventos rondeos y capturas son los que presentan una frecuencia de ocurrencia más alta para los machos, y para las hembras, los eventos más frecuentes son las retiradas.
- ❖ Los tanteos, imposiciones, revisiones y ramoneos son los eventos alimentarios con menor frecuencia, tanto en machos, como en hembras.

Al observar los datos individuales de los tiburones, se puede observar lo siguiente:

- ❖ M2 fue quien tuvo una mayor frecuencia en los rondeos y H2 fue el individuo que presentó una menor frecuencia.
- ❖ En cuanto a los tanteos se refiere, M1 fue el individuo que registró mayores frecuencias, y H2 sigue siendo el menos activo.
- ❖ En cuanto a imposiciones, M3 fue quien menos realizó contando con sólo un avistamiento, y H1 fue el individuo que más realizó este evento.
- ❖ Las capturas tuvieron una mayor frecuencia en M2 y una menor frecuencia en H2.
- ❖ Las retiradas no fueron fáciles de registrar, siendo H1 quien menos retiradas hizo, y M1 el que mayor frecuencia registró en esta fase metodológica de observación.
- ❖ Asimismo, H2 fue el individuo que no fue atraído por el estímulo alimentario, mientras que H1, fue el que más respondió con su presencia frente a este estímulo.
- ❖ Los ramoneos mostraron que H1 es el individuo que menos acude a buscar alimento en el fondo, en cambio, M3 es quien de forma más frecuente inspecciona el fondo en busca de restos de alimento.





**Figura 25.** Eventos individuales de recolección.

❖ Aspectos reproductivos

Se hizo un monitoreo de los aspectos reproductivos de la especie, pero no se registró ningún tipo de comportamiento de cortejo de machos en el periodo muestreado, debido al tamaño de los ejemplares (ya que aún no alcanzaban la talla de madurez sexual); y según Clapis-Garla et al. (2022) la época del año en que ellos reportaron eventos de reproducción fue para el período entre diciembre a marzo.

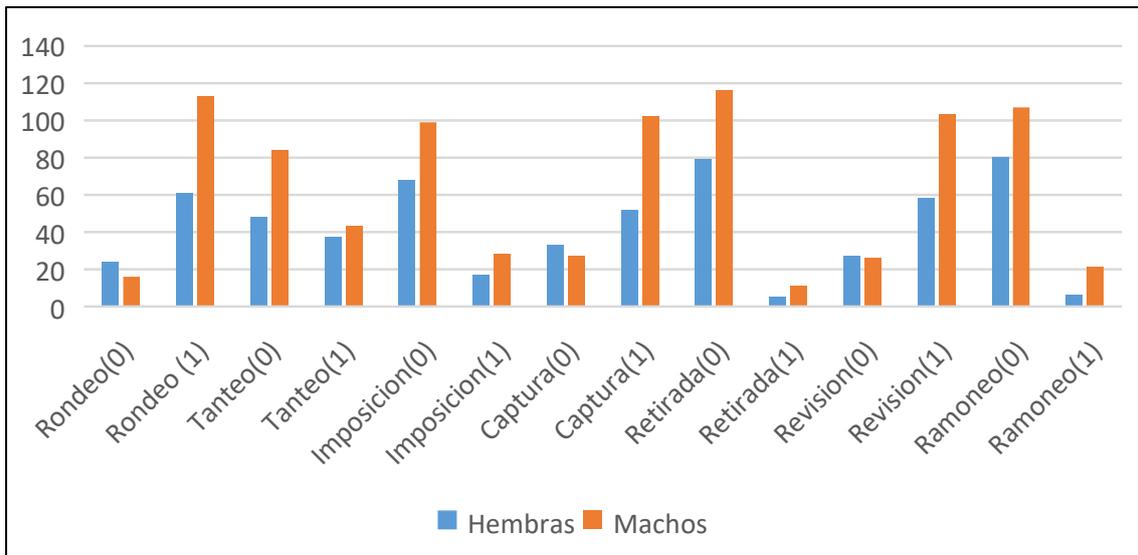
### 7.5.2 Registros audiovisuales digitales

❖ Aspectos alimentarios

Esta fase se basó en el análisis de los videos que se hicieron simultáneamente cuando se estaban realizando los avistamientos, para así determinar el índice de fiabilidad del muestreo.

Los diferentes sub-eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias por grupo (Figura 26) y para cada individuo (Figura 27):



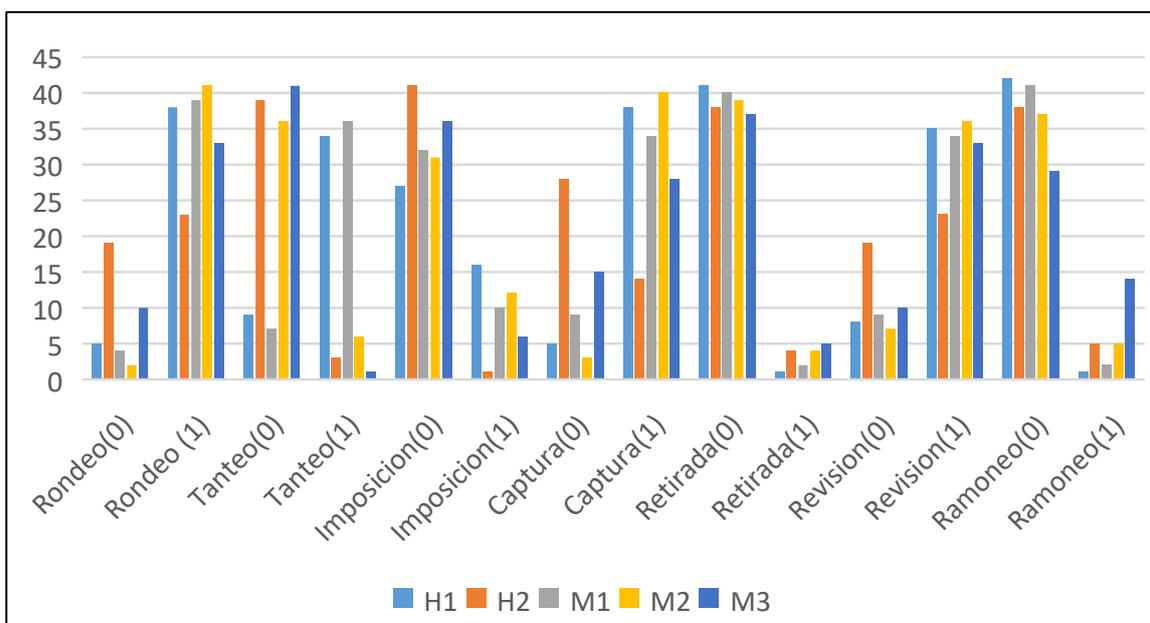


**Figura 26.** Frecuencias de ocurrencia de eventos alimentarios Machos vs Hembras (Video)

En la Figura 26, se presentan los eventos de alimentación registrados en video y sus frecuencias de ocurrencia, obteniendo que:

- ❖ Los ronddeos, capturas y revisiones son los eventos que mayor ocurrencia presentan ambos grupos.
- ❖ En cuanto a la menor ocurrencia, se tiene que para ambos grupos son los tanteos, imposiciones, retiradas y ramoneos





**Figura 27.** Muestreo Uno Cero de cada individuo (Video)

Al analizar individualmente los datos fílmicos de cada uno de los sujetos de estudio, se pudo observar que:

- ❖ Los rondes no fueron realizados en su mayoría por H2, y quien fue observado realizando este evento el mayor número de días fue M2.
- ❖ M3 no realizaba tanteos, en comparación con M1 quien fue el más activo en este evento.
- ❖ Asimismo, se observó que el individuo que no llevó a cabo tantas imposiciones fue H2, y quien fue más recurrente a realizar este evento fue H1.
- ❖ Las escasas capturas se observaron en H2 y M2, cumpliendo con la regla de que H2 es quien menos participan lo eventos de recolección.
- ❖ Las retiradas fue el evento que menos se registró, sin embargo, M3 fue quien registró más avistamientos de esto
- ❖ En cuanto a las revisiones, H2 fue quien casi no realizó este evento y por el contrario, M2 fue quien registró este evento el mayor número de veces en las sesiones analizadas.
- ❖ Viendo los ramoneos, M3 fue el individuo que más se observó en el fondo tratando de localizar restos de alimento generalmente, en comparación con H1 quien no realizó este evento frecuentemente.

## 7.6. Índice de Fiabilidad

Se obtuvo un índice de fiabilidad de un 74% (Tabla 31), el cual nos refleja un cumplimiento de la regla de que este valor debe estar por encima del 50%, y que los observadores (observador y registro audiovisual digital) realizaron un monitoreo concordante.





**Tabla 31.** Índice de fiabilidad de los datos registrados por el observador y el registro audiovisual digital.

FECHA	MOMENTO	MEDIO	Rondeo	Tanteo	Imposicion	Captura	Retirada	Revision	Ramoneo	ACIERTOS	DESACIERTOS	I.F %	
12/05/2023	1	OBSERVADOR	5	2	5	4	0	3	0	7	0	100	
		VIDEO	5	2	5	4	0	3	0				
	2	OBSERVADOR	5	2	5	3	1	4	2	7	0	100	
		VIDEO	5	2	5	3	1	4	2				
	3	OBSERVADOR	5	2	5	2	0	5	0	6	1	86	
		VIDEO	5	2	5	4	0	5	0				
	4	OBSERVADOR	5	1	5	3	1	5	2	4	3	57	
		VIDEO	5	2	5	5	0	5	2				
13/05/2023	1	OBSERVADOR	4	3	5	4	0	5	5	7	0	100	
		VIDEO	4	3	5	4	0	5	5				
	2	OBSERVADOR	5	2	5	3	0	5	1	4	3	57	
		VIDEO	5	1	5	5	0	5	0				
	3	OBSERVADOR	5	3	5	3	0	4	2	7	0	100	
		VIDEO	5	3	5	3	0	4	2				
	14/05/2023	1	OBSERVADOR	4	2	5	4	1	0	1	3	4	43
			VIDEO	5	2	5	4	0	5	0			
2		OBSERVADOR	5	3	5	3	0	4	0	7	0	100	
		VIDEO	5	3	5	3	0	4	0				
3		OBSERVADOR	4	3	5	4	0	4	1	7	0	100	
		VIDEO	4	3	5	4	0	4	1				
4		OBSERVADOR	5	3	5	5	0	3	0	7	0	100	
		VIDEO	5	3	5	5	0	3	0				
15/05/2023	1	OBSERVADOR	5	1	5	4	0	4	1	4	3	57	
		VIDEO	5	2	5	5	0	5	1				
	2	OBSERVADOR	5	3	5	3	1	5	0	5	2	71	
		VIDEO	5	2	5	4	1	5	0				
	3	OBSERVADOR	5	1	5	5	4	2	0	2	5	29	
		VIDEO	3	3	5	4	0	5	0				
	4	OBSERVADOR	5	3	5	5	0	3	0	4	3	57	
		VIDEO	5	2	5	3	0	5	0				
17/05/2023	1	OBSERVADOR	4	2	5	4	0	3	2	7	0	100	
		VIDEO	4	2	5	4	0	3	2				
	2	OBSERVADOR	5	2	5	2	0	0	0	7	0	100	
		VIDEO	5	2	5	2	0	0	0				
	3	OBSERVADOR	4	1	5	3	0	4	1	4	3	57	
		VIDEO	3	2	5	3	0	5	1				
	4	OBSERVADOR	4	0	5	4	0	4	3	5	2	71	
		VIDEO	4	3	5	4	1	4	3				
18/05/2023	1	OBSERVADOR	5	0	5	4	0	2	1	3	4	43	
		VIDEO	4	2	5	4	2	3	1				
	2	OBSERVADOR	5	3	5	2	0	5	4	5	2	71	
		VIDEO	5	2	5	2	0	5	0				
	3	OBSERVADOR	5	1	5	4	1	1	3	4	3	57	
		VIDEO	5	2	5	5	1	5	3				
	4	OBSERVADOR	5	2	5	5	0	4	0	5	2	71	
		VIDEO	5	2	5	5	1	4	0				
19/05/2023	1	OBSERVADOR	5	3	5	3	0	3	0	7	0	100	
		VIDEO	5	3	5	3	0	3	0				
	2	OBSERVADOR	5	1	5	5	0	4	1	7	0	100	
		VIDEO	5	1	5	5	0	4	1				
	3	OBSERVADOR	5	2	5	3	0	3	1	7	0	100	
		VIDEO	5	2	5	3	0	3	1				
	4	OBSERVADOR	5	3	5	5	0	4	2	7	0	100	
		VIDEO	5	3	5	5	0	4	2				
20/05/2023	1	OBSERVADOR	3	1	5	3	0	3	0	6	1	86	
		VIDEO	3	2	5	3	0	3	0				
	2	OBSERVADOR	5	2	5	3	0	2	1	5	2	71	
		VIDEO	3	2	5	3	0	4	1				
	3	OBSERVADOR	3	1	5	3	1	3	0	4	3	57	
		VIDEO	3	1	5	3	0	4	1				
	4	OBSERVADOR	4	1	2	3	0	2	1	3	4	43	
		VIDEO	3	2	2	3	1	4	1				
21/05/2023	1	OBSERVADOR	4	3	2	4	1	4	2	7	0	100	
		VIDEO	4	3	2	4	1	4	2				
	2	OBSERVADOR	4	3	2	4	0	3	0	4	3	57	
		VIDEO	4	2	1	4	0	4	0				
	3	OBSERVADOR	5	3	0	3	1	0	1	1	6	14	
		VIDEO	5	2	1	4	0	5	0				
	4	OBSERVADOR	4	0	2	4	2	2	0	3	4	43	
		VIDEO	4	2	0	4	1	1	0				
22/05/2023	1	OBSERVADOR	4	2	1	3	0	5	0	4	3	57	
		VIDEO	4	3	1	3	1	3	0				
	2	OBSERVADOR	5	2	0	2	3	1	0	7	0	100	
		VIDEO	5	2	0	2	3	1	0				
	3	OBSERVADOR	5	2	1	5	0	2	1	2	5	29	
		VIDEO	5	1	0	5	0	5	0				
	4	OBSERVADOR	4	2	1	5	1	4	0	2	5	29	
		VIDEO	5	2	2	3	2	2	0				
23/05/2023	1	OBSERVADOR	2	2	0	2	0	0	0	6	1	86	
		VIDEO	2	2	0	2	0	1	0				
	2	OBSERVADOR	1	1	0	1	0	0	1	5	2	71	
		VIDEO	1	1	1	1	0	2	1				
	3	OBSERVADOR	2	1	1	2	0	1	0	7	0	100	
		VIDEO	2	1	1	2	0	1	0				
	4	OBSERVADOR	1	0	0	1	1	0	0	7	0	100	
		VIDEO	1	0	0	1	1	0	0				
										222	79	74	



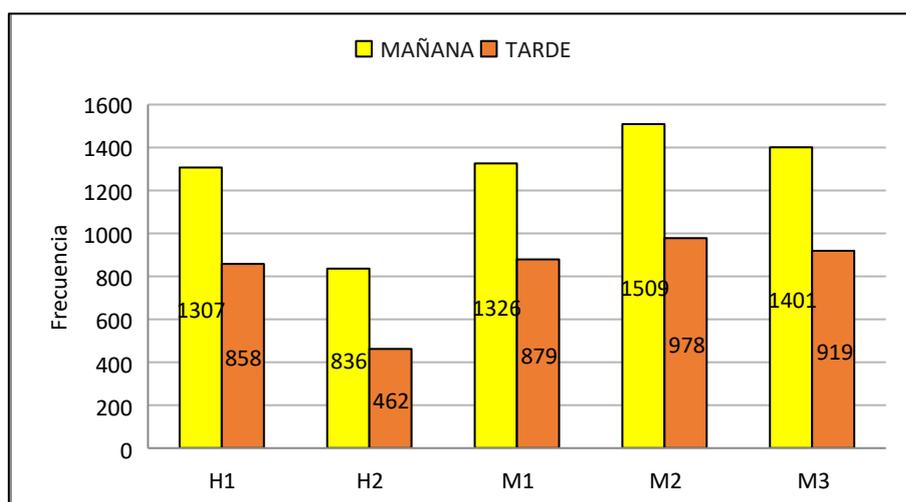
## 7.7. Variables Abióticas

Este análisis de eventos realizados por jornada (mañana y tarde) fue importante para observar en que periodos de tiempo los individuos tienden a ser más activos. Teniendo en cuenta las frecuencias obtenidas, se aprecia como todos los individuos tienden a realizar eventos durante las horas de la mañana y proceden a ser menos activos durante la tarde, esto no implica que descansen más necesariamente, algunos sólo no realizan tantas interacciones o formaciones de nado, sino que, prefieren estar en nado individual más tiempo que en la mañana, sin embargo, en el caso de H2, sus periodos de descanso siempre tendían a ser más frecuentes en la mañana, pero, eran de periodos cortos, y en la tarde eran pocos, pero, de tiempos más prolongados.

Los diferentes eventos que se observaron tuvieron las siguientes frecuencias (Tabla 32-Figura 28):

**Tabla 32.** Eventos realizados por jornada de cada individuo

JORNADAS	INDIVIDUOS				
	H1	H2	M1	M2	M3
MAÑANA	1307	836	1326	1509	1401
TARDE	858	462	879	978	919
Total	2165	1298	2205	2487	2320

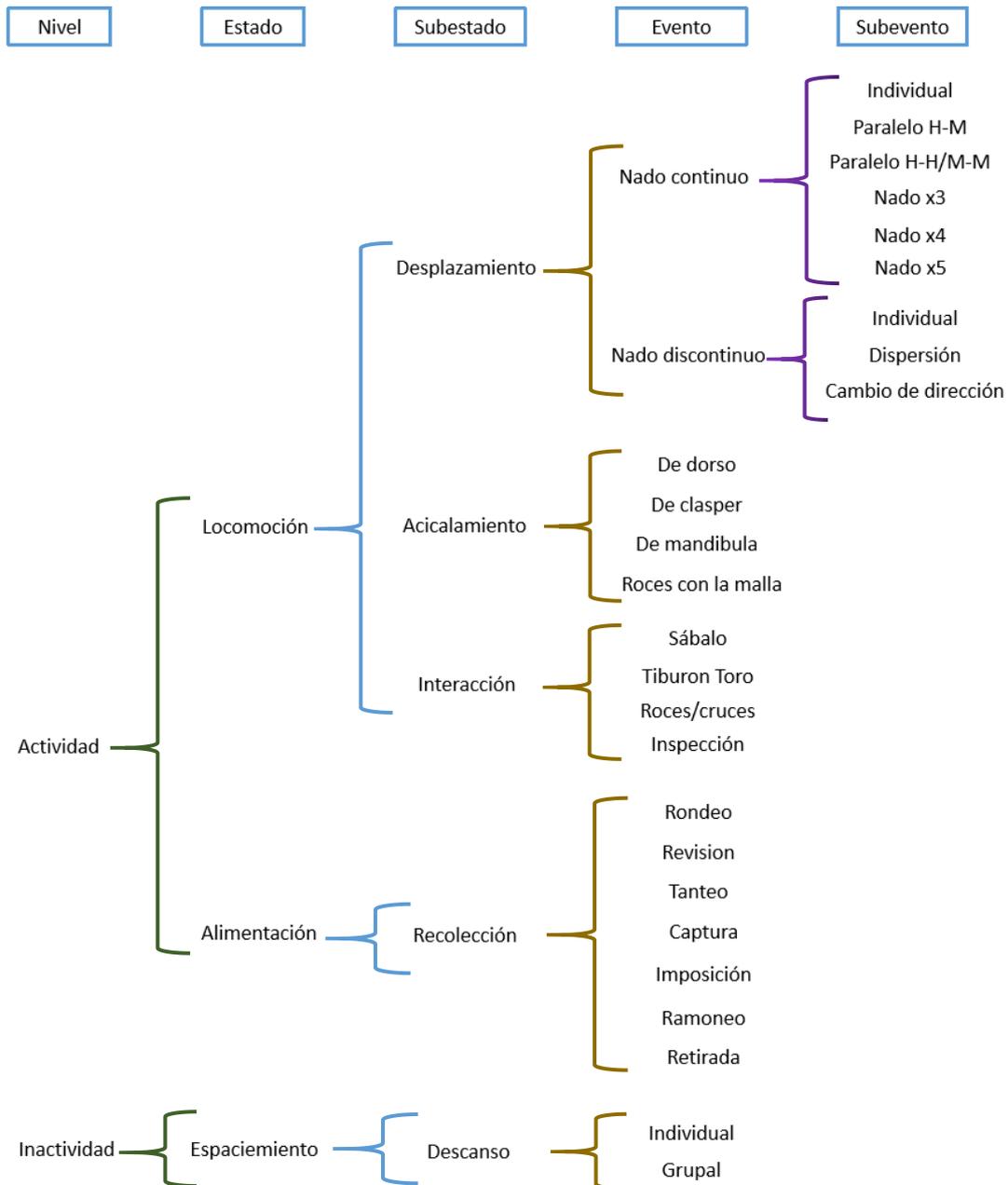


**Figura 28.** Eventos por jornada de cada individuo.



### 7.9. Etograma

En respuesta a uno de los objetivos del presente estudio, y de acuerdo a los niveles, y las frecuencias de estados y eventos, se diseña el primer etograma para *N. brevirostris* en estado de semi-cautiverio (Figura 29).



**Figura 29.** Etograma *Negaprion brevirostris*



## DISCUSIÓN

En el presente estudio se emplearon tres métodos de muestreo etológicos diferentes y complementarios (*Ad libitum*, Animal Focal y Uno-Cero) que permitieron obtener el primer etograma de la especie **N. brevirostris**.

En cuanto al **muestreo *Ad libitum*** se refiere generalmente es la fase inicial de la todos los estudios etológicos pues es cuando se agudiza el factor de observación por parte del investigador. Todos los trabajos etológicos encontrados definen de forma clara y sencilla los criterios que se deben tener en cuenta al momento de realizar este tipo de observaciones para obtener un número de eventos adecuado, y así lograr agruparlos en un etograma coherentemente, e intentar definir patrones de comportamiento (Bejarano y Robayo, 2003., Mayorga y Ramos, 2001., Hurtado-Vega, 2010., Torres y Man-Ging, 2014).

Asimismo, pese a que la metodología *Ad libitum* es similar en la mayoría de los estudios etológicos en cuanto a la duración de horas y tipo de estados y sub-estados, es importante, considerar solamente las investigaciones relacionadas con un grupo animal “similar” (especie o comunidad biológica). La finalidad de esto es obtener un etograma más cercano a la realidad, en este caso, solo aplicaron estudios en peces cartilagosos, especialmente, en cualquier tipo de elasmobranquio. Trabajos como el realizado por Bejarano y Robayo (2003), en la especie *G. cirratum* en condiciones de cautiverio, fue la principal guía metodológica del presente estudio, pues todos los eventos registrados en ese trabajo se tuvieron en cuenta al momento de estudiar los eventos del presente estudio con el fin de tener una idea de que eventos se podrían llegar a observar, pues se incluyeron todos los estados y sub-estados que fueron observados con mayor frecuencia durante ese estudio. Vale la pena resaltar que existen pocos trabajos etológicos en condiciones de semi-cautiverio, pues la mayoría de etólogos prefieren estudiar los animales en sus poblaciones silvestres, lo cual no es fácil ni económico para el caso de los tiburones, explicado en gran parte, por sus escasas poblaciones y por su alta tasa de migración. Pese a que también se encontraron trabajos etológicos relacionados con el comportamiento de las rayas en acuarios y sistemas cerrados, sólo se tomaron algunos de sus estados, ya que, aunque son peces cartilagosos, por su anatomía presentan comportamientos diferentes, tal como se aprecia en los resultados de Mayorga y Ramos (2001).

Asimismo, el número de horas es quizá uno de los aspectos más importantes en los estudios etológicos, ya que, por regla, a mayor número de horas de observación se tendrá una mejor evidencia de las frecuencias obtenidas por evento. Los trabajos de Mayorga y Ramos (2001) y Bejarano y Robayo (2003) fueron las bases principales de este estudio para la determinación de la cantidad de horas que se establecieron para



cada tipo de metodología de este estudio. El esfuerzo de observación de este estudio superó en cantidad de horas totales a ambos estudios (Mayorga y Ramos, 2001; Bejarano y Robayo, 2003), lo cual nos brinda mayor frecuencia de avistamientos, y por ende, se obtuvieron datos con una línea de tiempo sin interrupciones, ya que se muestrearon a todos los individuos diariamente.

Por otro lado, al comparar el número de estados, sub-estados, eventos y sub-eventos del presente estudio con otros trabajos etológicos, se tiene que, para esta especie, los eventos pueden ser categorizados en mayor número, y algunos desglosan sub-eventos que también pueden ser medidos, lo cual hace que se tenga un mayor espectro de observaciones sobre la especie, y un mayor entendimiento sobre su comportamiento en un ambiente semi-controlado (Bejarano y Robayo, 2003., Mayorga y Ramos, 2001., Hurtado-Vega, 2010., Torres y Man-Ging, 2014).

Ahora, en cuanto al **muestreo animal focal**, se puede decir que el estudio de Bejarano y Robayo (2003) presentó una gran incidencia para el desarrollo de la presente investigación, sin embargo, trabajos como los de Hurtado-Vega (2010) y el de Torres y Man-Ging (2014), aportaron pautas importantes a tener en cuenta para llevar a cabo la toma de frecuencias de forma adecuada, tales como: hacer un reconocimiento e identificación de cuáles son los sub-estados que se procederán a medir; así como, el considerar aspectos generales de la especie, y entender que variables son las que se van a evaluar, para así tener información exacta y de utilidad con el fin de obtener una hipótesis adecuada (Hage y Mellen, 1983).

Esta parte al ser la más crucial del estudio, ya que consta de la toma de frecuencias de cada patrón que se determinó en el muestreo *Ad libitum*, requiere que el observador no sólo esté más concentrado, para poder generar un perfil del individuo más cercano a la realidad y familiarizarse con los patrones que puede tener durante el día, y así, lograr tener una caracterización del comportamiento del individuo.

Debido a la cantidad de individuos, si se compara este trabajo con el trabajo realizado por Bejarano y Robayo (2003), el presente estudio tuvo una mayor frecuencia de observación por cada individuo, ya que se pudo observar a cada individuo durante dos horas diarias (mañana y tarde), mientras que, Bejarano y Robayo (2003) observaban al mismo individuo aproximadamente cada tres días.



El número de horas empleadas en el estudio fue delimitado teniendo en cuenta las horas que se realizaron en los trabajos previos, con el fin de muestrear un número de horas adecuado, para así obtener datos con frecuencias importantes. Como se mencionó en el párrafo anterior, tiene la ventaja de que los datos de cada individuo se observaron de forma diaria, lo que facilita ver si hay alguna variación en su comportamiento, o si alguna variable afecta esos cambios.

Por otro lado, las observaciones en el **muestreo Uno Cero** fueron llevadas a cabo siguiendo las pautas que se pueden tomar de los estudios previos, ya que es un muestreo que permite que se puedan observar a los individuos de varias formas y con varios observadores, para tener mayor fiabilidad de los datos. Tener eventos delimitados previamente también es de vital importancia para esta fase, por ello muchos de los trabajos etológicos seleccionan este tipo de muestreo, como el último en la metodología de muestreo, ya que se necesita tener una completa certeza de cuáles son los eventos relevantes para el estudio.

Trabajos como el de Bejarano y Robayo (2003) contaron con dos observadores, lo cual hace que el factor humano sea el único método de observación en este muestreo, sin embargo, este trabajo contó con la implementación de un instrumento de registro audiovisual digital que permitió calcular el índice de fiabilidad. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede inferir que la toma de datos por parte del observador requiere de una completa atención y un mejor manejo del espacio, para tener una vista adecuada de la zona que será el lugar de estudio para esta fase. De igual forma, al implementar materiales antrópicos para los individuos y la presencia de un observador de cierta forma debe ser estudiada para que no se alteren los comportamientos que estos individuos pueden llegar a presentar. La ubicación de las cámaras, toma de fotos y reconocimiento de las zonas de mejor observación se tomaron con la mayor relevancia posible para la investigación.

Teniendo en cuenta, el trabajo de Bejarano y Robayo (2003), se tiene que los observadores sólo tomaron como objeto de estudio a uno de los dos grupos delimitados por los autores para esa fase (>10 individuos), y se realizó la observación de todos los individuos del encierro, obteniendo datos globales y generando dudas de su comportamiento individual al alimentarse. sin embargo, es importante contar con un número de observadores que se amolde al número total de individuos, para así obtener datos que permitan contemplar a todos los organismos de la especie a estudiar. Lo anterior, si se pudo realizar en el presente estudio, ya que por la baja densidad de tiburones limón en el Oceanario (Total= 5 individuos), y se logró realizar un muestreo más preciso con un solo observador.



Al observar a los individuos se debe tener en cuenta que todo lo que está fuera del sitio de estudio cumple un papel distractor, lo que hace que la toma de datos sea afectada por cualquier estímulo externo. En el presente trabajo, algunos factores tales como el ruido y las aglomeraciones de turistas, pueden ser estímulos que afectan la toma de datos, pero gracias a los pre-muestreos realizados, el estudio se realizó en las zonas menos concurridas y más adecuadas para observar a los individuos sin tener influencia de estos factores.

En cuanto a las interacciones que pueden tener los tiburones limón con otros organismos de especies diferentes, para este estudio no fue observado ningún tipo de perturbación por parte de esos organismos hacia los tiburones o viceversa. En ningún momento se observó agresión o represión ante la presencia de los sábalos o los tiburones toro con los que comparten el encierro. Los tiburones toro, al ser una especie que puede llegar a ser más agresiva, debido a su pequeño tamaño (ejemplares juveniles), no ejerce ningún tipo de liderazgo o dominancia, todo lo contrario, eran evasivos y cautelosos al momento de alimentarse. Para observar si esta especie puede llegar a ser perjudicial para la especie limón en estado de semicautiverio sería necesario otro estudio.

Según el trabajo realizado por Clapsis-Garla et al. (2022), el autor especifica las características que debe tener una zona adecuada para la reproducción de *N. brevirostris* (0.5 a 2 m de profundidad) y confirma el tiempo del año en el que debería ocurrir el cortejo y el apareamiento (diciembre a marzo). De acuerdo con lo anterior, se valoró el lugar y tiempo del muestreo de la presente investigación, y se tiene que la zona más somera del encierro tiene una profundidad de 2 m, y la más profunda, tiene 6 m de profundidad, aproximadamente. Asimismo, aunque el estudio se realizó en los meses de apareo mencionados por el autor en mención, no se observó ningún evento de reproducción, no hubo presencia de cicatrices en las hembras, y no se presentó ninguna observación sobre esos comportamientos reproductivos. Lo anterior puede estar explicado porque los ejemplares machos no han alcanzado su talla de madurez sexual, o quizás las condiciones de semi-cautiverio generadas por el encierro influya en este comportamiento reproductivo.

Asimismo, los registros audiovisuales digitales tomados en el presente estudio brindan un acercamiento a los individuos y un mejor detalle de cada uno, ya que la observación sub-acuática sin perturbación, es sin duda alguna, lo más cercano existente para determinar los comportamientos de forma más natural y acorde con la realidad. La mayoría de los trabajos previos, contaron con la presencia de más de dos observadores (Bejarano y Robayo, 2003; Mayorga y Ramos, 2001). Sin embargo, en este estudio, al contar con sólo un observador, se realizó simultáneamente un monitoreo fílmico de las sesiones de alimentación que se realizaban en los recorridos turísticos, por lo tanto, se escogieron las mejores zonas y ángulos para tener un mejor campo de visión, y así obtener, la misma cantidad de datos tanto por el observador como por los obtenidos con el registro audiovisual digital.



En concordancia con lo anterior, el **índice de fiabilidad** calculado en el presente estudio fue mayor (74%), en comparación con el índice obtenido por Bejarano y Robayo (2003), cuyo porcentaje de fiabilidad fue del 71%. El presente estudio, al contar con un solo observador, contó con la confirmación visual por parte de registros fílmicos, lo que ayudó a corroborar la veracidad de las observaciones obtenidas por parte del investigador, para así poder implementar el cálculo del Índice de Fiabilidad.

Por otro lado, la hora del día influye más en la actividad de los individuos, si bien, aunque en las horas de la mañana se presentaba poca visibilidad en algunos días por la cantidad de luz solar, en las primeras sesiones, los individuos son más aletargados y prefieren estar en un solo lugar del encierro realizando algún patrón de nado, lo cual es acorde a lo reportado en otros estudios de tiburones en vida silvestre y en estado de cautiverio.

Asimismo, en estudios previos, no se mencionan mediciones de **variables abióticas** que puedan ser factores de alteración en el comportamiento de los tiburones, lo que puede dejar cierta incertidumbre de sobre cómo influye el medio natural en el comportamiento de los animales, y esto debe ser una de las variables a medir en los próximos estudios etológicos de esta especie.

Finalmente, en cuanto al **etograma** que se obtuvo para el presente estudio, se tiene que presentó una gran cantidad de eventos en comparación a los registrados por otros autores en grupos de animales similares. En el trabajo realizado por Mayorga y Ramos (2001), se obtuvieron 17 eventos en la especie *Urobatis jamaicensis*; y en Bejarano y Robayo (2003) se registraron 20 eventos en total para la especie *Ginglymostoma cirratum*. La presente investigación, después de las observaciones de las tres fases de muestreo, registró un total de 35 eventos.



## CONCLUSIONES

Para el tiburón limón *Negaprion brevirostris* en sus funciones básicas de comportamiento se evidencian tres estados (espaciamiento, locomoción y alimentación), cinco sub-estados (desplazamiento, acicalamiento, interacción, recolección y descanso), 19 eventos, dentro de los cuales, los pertenecientes al sub-estado de desplazamiento se desglosan en nueve sub-eventos para el evento de nado continuo, y en tres sub-eventos para el evento de nado discontinuo.

El esfuerzo de observación (número de horas por cada tipo de muestreo etológicos) y la combinación de los muestreos son factores fundamentales para la obtención de estados, sub-estados, eventos y sub-eventos, así como, de sus frecuencias con el fin de determinar patrones básicos de comportamiento de una especie. En el presente estudio el esfuerzo de observación fue mayor a los estudios etológicos previos consultados, teniendo para Muestreo *Ad libitum* (preliminar: 40 horas: Muestreo: 48 horas); Muestreo Animal Focal: 280 horas; Muestreo Uno-Cero: 11 horas).

El estado de espaciamiento (sub-estado descanso) es una inactividad poco frecuente de esta especie en condiciones de semi-cautiverio en las horas del día, ya que los individuos prefieren tomar las horas más tempranas (6 am), o las más tardes del día (5 pm o 6 pm). El ejemplar Hembra H2 se observó descansando la mayor parte del tiempo en ambas zonas del encierro (somera y profunda), y no se le vio compitiendo con otros individuos por el espacio o mostró alteración alguna por la presencia de otro organismo cerca de sus zonas de descanso.

El comportamiento de las hembras y machos de *N. brevirostris* para el estado de locomoción (sub-estado desplazamiento) presentan un porcentaje de frecuencias diferente, los mayores valores se presentan en el ejemplar hembra H1, mientras que el otro ejemplar hembra H2, tiende a ser más aletargada. Los machos presentan frecuencias similares, siendo M3, el ejemplar macho que más eventos realizó a lo largo del estudio (nados continuos y discontinuos), actividad explicada en parte, por ser el ejemplar más joven del tanque.

El estado de alimentación evidenció lo expuesto en la literatura, sobre la jerarquía existente en el encierro al momento de cazar, ya que el tamaño representa un factor importante a la hora de obtener alimento, siendo los ejemplares más grandes (M1 y H1), los individuos con mayor índice de captura.



El estado de reproducción, si bien no se observó en el presente estudio, se explica en gran medida, a que los ejemplares aún no han alcanzado su talla de madurez sexual, el cual es un factor importante para los sub-estados de cortejo y apareamiento de esta especie, o posiblemente, las características del encierro son las que afectan directamente este estado en esta especie, así como, un tiempo de cortejo y apareamiento diferente para las zonas tropicales.

El índice de fiabilidad del observador y del registro audiovisual digital en el presente estudio fue relativamente alto (74%), en comparación con los otros trabajos etológicos consultados, lo que garantiza la fiabilidad de las observaciones en la metodología Uno Cero.

La condición de semi-cautiverio de esta especie en el Oceanario Islas del Rosario-CEINER, no afecta los instintos más básicos, pues aún siguen presentando reflejos depredadores y de espaciamiento entre ellos.

La competencia alimentaria observada en los machos se evidencia en las observaciones realizadas en los eventos de alimentación (sub-estado recolección). Los tres machos al momento de alimentarse respetan el nivel que cada uno ocupa en la jerarquía manejada, si bien los índices de captura reflejan que el ejemplar macho M2 no fue tan efectivo en este evento, se observa en cuanto a imposiciones ocupó el segundo lugar, demostrando que tiende a ser más agresivo que el ejemplar macho M3 al momento de capturar el alimento, ya que éste último, tiende a estar cazando lejos de la superficie.

Los ejemplares del tiburón limón *N. brevirostris* son capaces de tener una gran capacidad de interacción entre ellos, respetar el nivel jerárquico que tiene cada organismo hasta cierto punto, y su competencia se basa en que individuo es el más apto para disponer de los recursos en un espacio determinado, y evidentemente, el tamaño del ejemplar es el que prevalece en esta interacción.

Finalmente, no fue posible corroborar estos comportamientos con estudios de la especie en vida silvestre, ya que no se encontraron trabajos alusivos al comportamiento de *N. brevirostris* en el medio natural, pero si se espera que los sub-estados y eventos obtenidos en el presente estudio sean la base de las investigaciones que se puedan realizar en un futuro con esta especie, ya sea para la implementación de planes de manejo y/o de conservación de la misma.



## RECOMENDACIONES

Las matrices que se van a diligenciar al momento de recolectar los datos deben ser estrictamente planeadas, para que así se pueda examinar cada uno de los patrones tanto individual como grupalmente, y así tener, una mejor idea de cómo tratar los datos al llegar el momento de los análisis estadísticos

Al momento de realizar los pre-muestreos, si se realiza el estudio en un área del encierro en el mar que es concurrida por visitantes, hay que escoger otras zonas de observación para evitar las distracciones de los individuos y del observador.

Si se va a realizar contenido fílmico dentro del encierro en el mar hay que tener en cuenta que los individuos pueden sentirse atraídos o incómodos hacia la presencia de objetos ajenos en su medio, y esto puede afectar los patrones de comportamiento que naturalmente realizan, por lo cual los equipos audiovisuales deben estar bien camuflados.

Las observaciones Animal Focal deben ser tomadas, teniendo en cuenta que muchos de los comportamientos sin importar que sean individuales, se ven afectadas por la presencia de uno o más individuos, es decir, cada individuo posee una relación con el otro, y esto afecta su comportamiento y más cuando en esa comunidad existe jerarquía.

Los estudios etológicos pueden ser estratégicos en las recomendaciones de manejo de las especies a la hora de desarrollar Planes de Acción Nacionales y Programas de Conservación.

Se sugiere en los estudios etológicos, calcular el porcentaje del tiempo de los sub-eventos con el fin de calcular la duración de los mismos por jornada, por sexo y por individuo.



## BIBLIOGRAFIA

- Arboleda, E.; Caldas, J.; Montoya, E. y Ochoa, V. Determinación de los patrones de comportamiento alimentario del tiburón nodriza (*Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788) en condiciones de cautiverio en el Acuario de Mundo Marino (Rodadero, Santa Marta). 2000. 35 p. Seminario de Investigación. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.
- Bakeman, R. y Gottmann, J. 1986. Observación de la interacción: Introducción al análisis secuencial. Editorial Morata. Madrid. 273 p.
- Ballesteros, C. 2007. La pesquería industrial de tiburones en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una primera aproximación. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 70 p.
- Becerril, E. 2017. Efecto del tipo de carnada sobre la presencia y comportamiento del tiburón blanco *Carcharodon carcharias* en Isla Guadalupe, México (*Doctoral dissertation*, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas). 115 p.
- Bejarano, M. y Robayo, A. 2003. Determinación de patrones básicos de comportamiento del tiburón nodriza *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) en el Oceanario Islas del Rosario, Cartagena. 98 p.
- Brena, P. F., Mourier, J., Planes, S. y Clua, E. E. 2018. *Concede or clash? Solitary sharks competing for food assess rivals to decide. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1875), 20180006.
- Brown, C.A. y S.H. Gruber. 1988. *Age assessment of the lemon shark, Negaprion brevirostris, using tetracycline validated vertebral centra. Copeia*, 3: 747–753.
- Caldas, J., Castro-González, E., Puentes, V., Rueda, M., Lasso, C., Duarte, L., Grijalba-Bendeck, M., Gómez, F., Navia, A., Mejía-Falla, P., Bessudo, S., Diazgranados, M., Zapata, L., y Suárez, A. (Eds.). 2010. Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia (PAN-Tiburones Colombia). Instituto Colombiano Agropecuario, Incoder, Secretaria Agricultura y Pesca San Andrés Isla, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Instituto Alexander Von Humboldt, Universidad del Magdalena, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Pontificia Universidad Javeriana, Fundación SQUALUS, Fundación Malpelo y otros Ecosistemas Marinos, Conservación Internacional, WWF Colombia. Editorial Produmedios, Bogotá. 70 p.



- Carranza, J., Álvarez, F., de Reyna, A., Arias, L., Bernstein, C., Cassini, M. y Carlos Senar, J. 2010. Etología. Introducción a la ciencia del comportamiento. Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones. 591 p.
- Carrier, J., Pratt, H. y Martin, L. 1994. *Group reproductive behaviors in free-living nurse sharks *Ginglymostoma cirratum**. *Copeia* (3): 646-656.
- Castro, J. 1983. *The sharks of North American waters*. Texas. A y M University Press, College Station. 180 p.
- Chasqui, L., Polanco, A., Acero, A., Mejía-Falla, P., Navia, A., Zapata, L., y Caldas, J. (Eds.). 2017. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p.
- Clapis-Garla, R., Veras, L. y Garrone-Neto, D. 2022. *Mating behavior of the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae), as revealed by citizen science in the Equatorial Atlantic Ocean*. *Revista de Biología Tropical* 70 (1), 702-712.
- Clark, E. y K. von Schmidt. 1965. Sharks of the central Gulf coast of Florida. *Bull. Mar. Scie.*, 15: 13–83.
- Compagno, L. 1984. *FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes*. *FAO Fish. Synop.* (125) 4:251-655.
- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá. 391 p.
- Forero-Bastidas, O., Vasquez, A., Garzón-Rodríguez, L., Ortiz-Oyola, D., Nieto-Alvarado, L., Tavera, J. y Polo, C. (2023). Evidencia del tiburón limón, *Negaprion brevirostris* (Poey)(Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en el golfo de Salamanca, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 52(1), 201-204.
- Gordon, I. 1993. *Pre-copulatory behavior of captive sandtiger sharks, *Carcharias taurus**. *En: Environmental Biology of Fishes*. (38): 159-164.
- Gruber, S. y Stout, T. 1983. *Biological materials for the study of age and growth in a tropical marine elasmobranch the lemon shark*. *NOAA Technical Report* 8: 193–205.
- Hage, S. y Mellen, J. 1983. *Research methods for studying animal behavior in a zoo setting. Washington Park Zoo y Minnesota Zoological Garden*. Washington. 45 p.
- Hammerschlag, N., Luo, J., Irschick, D. y Ault, J. 2012. *A comparison of spatial and movement patterns between sympatric predators: bull sharks (*Carcharhinus leucas*) and Atlantic tarpon (*Megalops atlanticus*)*. *PLoS One*, 7(9). 30 p.



Hurtado-Vega, B. 2010. Caracterización comportamental de delfines en cautiverio *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) y *Sotalia guianensis* (Van Bénedén, 1864) Acuario y Museo del Mar El Rodadero (Santa Marta-Colombia). 85 p.

Matich, P. y Heithaus, M. 2012. *Effects of an extreme temperature event on the behavior and age structure of an estuarine top predator, Carcharhinus leucas. Marine Ecology Progress Series*, 447, 165-178.

Mayorga León, S. y Ramos Baquero, A. 2001. Observaciones del comportamiento de la raya *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) (Rajiformes: Urolophidae) en condiciones de cautiverio acuario Mundo Marino, Santa Marta y Oceanario Islas del Rosario, Cartagena. 125 p.

Myrberg, Jr, A. y Gruber, S. 1974. *The behavior of the bonnethead shark, Sphyrna tiburo. Copeia*, 358-374.

Navia, A.F., J. Hleap, V. Ramírez-Luna, J. Gaitán-Espitia y M. Tobón. 2011. Familia Carcharhinidae. 119-155. En: Guía para la identificación de especies de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – CORALINA; Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Fundación SQUALUS. 338 p.

O'Connell, C., Guttridge, T., Gruber, S., Brooks, J., Finger, J. y He, P. 2014. *Behavioral modification of visually deprived lemon sharks (Negaprion brevirostris) towards magnetic fields. Journal of experimental marine biology and ecology*, 453, 131-137.

Pratt, H. y Carrier, J. 2001. *A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, Ginglymostoma cirratum. Environmental Biology of Fishes*. (60) 157-188.

Tavares, R. 2018. Distribución, área de cría y variables demográficas y espaciales del tiburón limón, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Tesis de Doctorado. Instituto Venezolano De Investigaciones Científicas (I.V.I.C.) - Centro De Estudios Avanzados. 254 p.

Torres, G., y Man-Ging, F. 2014. Comportamiento y relaciones inter e intra específicas de un grupo de primates en cautiverio: *Ateles fusciceps*, *Cebus capucinus* y *Cebus albifrons*, en un exhibidor del Parque Histórico Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 8(1), 47-57.

Tristram, H., Thomas, S. y Junior, L. 2014. *Husbandry of scalloped hammerhead sharks Sphyrna lewini at Reef HQ Aquarium, Townsville, Australia. Der Zoologische Garten*, 83(4-6), 93-113.



Vaz-Ferreira, R. 1984. Etología: El Estudio Biológico del Comportamiento Animal. Secretaría General O.E.A. Serie de Biología. Washington, D.C. Monografía No. 29. 150 p.

Villa, J. (2000). Etología animal.

Villamizar, N. 2001. Aspectos preliminares sobre la etología del caballito de mar *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 bajo condiciones de cautiverio en el Acuario Mundo Marino. (Rodadero, Santa Marta). 99 p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.

