

**COMPORTAMIENTO DE HEMBRAS ANIDANTES Y NEONATOS DE LA
TORTUGA GOLFINA (*Lepidochelys olivacea*) EN LA PLAYA COQUÍ,
PACÍFICO CHOCOANO, COLOMBIA**

Ruth Natalia Parada Lara

Fundación Coriacea

Universidad El Bosque

Facultad de Ciencias

Programa de Biología

Bogotá

2018

**COMPORTAMIENTO DE HEMBRAS ANIDANTES Y NEONATOS DE LA
TORTUGA GOLFINA (*Lepidochelys olivacea*) EN LA PLAYA COQUÍ,
PACÍFICO CHOCOANO, COLOMBIA**

Autora:

Ruth Natalia Parada Lara

Trabajo de grado para optar al título de biólogo

Directora:

Lina Marcela Restrepo Monsalve

Bióloga

Grupo de Investigación Tortugas Marinas y Continentales

Fundación Coriacea

Universidad El Bosque

Facultad de Ciencias

Programa de Biología

Bogotá

2018

**COMPORTAMIENTO DE HEMBRAS ANIDANTES Y NEONATOS DE LA
TORTUGA GOLFINA (*Lepidochelys olivacea*) EN LA PLAYA COQUÍ,
PACÍFICO CHOCOANO, COLOMBIA**

Ruth Natalia Parada Lara

APROBADO

Lina M. Restrepo Monsalve
Fundación Coriacea
Directora

Carolina Esquivel Dobles, M. Sc.
Universidad Nacional de Costa Rica
Jurado

Ellie Anne López Barrera, Ph. D.
Universidad Sergio Arboleda
Jurado

Federico Maldonado Uribe, Ph. D.
Universidad El Bosque
Jurado

Nota de Salvedad

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y por que la tesis no contenga ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946

Agradecimientos

Quiero dar gracias en primer lugar, a Dios por Su gracia y amor infinito, por cumplir promesas y sueños, y cuidarme en mi estadía en el Chocó. Sin Él nada de esto sería realidad.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional en este camino para obtener mi título profesional, por creer en mí e inspirarme a ser mejor cada día. También a mi hermana Sara por ser mi fiel compañía, por confiar en mí y apoyarme en las buenas y las malas. Los amo.

A la bióloga y directora Lina M. Restrepo por su tiempo y consejos brindados durante el desarrollo de este trabajo de grado. Muchas gracias por creer en este trabajo de grado.

A la Fundación Coriacea que me dieron la oportunidad de desarrollar mi tesis de grado bajo su cobertura y por la gestión para realizar con éxito mi trabajo de campo en el Pacífico.

A mis amigos y colegas por sus recomendaciones para continuar con la elaboración de este trabajo. Mil gracias a la bióloga Andrea Gil por siempre confiar en este trabajo.

A la comunidad de Coquí, por su hospitalidad y calor de hogar durante el trabajo de campo, por estar dispuestos a apoyar la labor que fue realizada en su casa. Especialmente a Lander Murillo y su familia, por su amistad, colaboración, y por hacer lo posible para que mi estadía fuese inolvidable; son mi segunda familia en medio de la selva chocoana.

Al biólogo Juan Zuluaga, por su ayuda, recomendaciones en campo y apoyo en la captura de datos de la Estación Meteorológica de Boca Vieja, Coquí.

Al Concejo Comunitario General Los Riscales y Concejo Local de Coquí por abrir las puertas para la investigación de tortugas marinas en las playas de su territorio.

A la Universidad Tecnológica del Chocó, la Corporación Autónoma del Chocó y la Corporación Bienestar Verde por ser el puente de comunicación interinstitucional y de gestión financiera.

A la Universidad El Bosque y al cuerpo docente de la Facultad de Biología por sus enseñanzas que forjaron en mí la pasión por la investigación. Especialmente quiero agradecer a los docentes Mónica Castillo, Helena Peña y Eugenio Valderrama, por sus tan acertadas asesorías y consejos para el planteamiento y desarrollo de este trabajo de grado.

A ti, por el apoyo y atenciones brindadas a más de 370 km y por ser mi faro en la distancia. Finalmente, pero no menos importantes, quiero agradecerles a las hembras y neonatos de *Lepidochelys olivacea* por permitirme estudiarlos y hacer posible mi trabajo de grado.

No hubo mejor escenario para descubrir el significado de hacer lo que amas.

Tabla de Contenido

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introducción | 1 |
| 2 | Marco de referencia | 3 |
| 2.1. | <i>Antecedentes</i> | 3 |
| 2.2. | <i>Generalidades de las tortugas marinas</i> | 5 |
| 2.3. | <i>Descripción de la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea).....</i> | 6 |
| 2.4. | <i>Ciclo biológico.....</i> | 8 |
| 2.5. | <i>Anidación.....</i> | 10 |
| 2.6. | <i>Eclosión y emergencia de neonatos</i> | 11 |
| 2.7. | <i>Etología.....</i> | 12 |
| 2.8. | <i>Etología de las tortugas marinas.....</i> | 13 |
| 2.9. | <i>Factores determinantes del comportamiento de las tortugas marinas.....</i> | 13 |
| 3 | Planteamiento del Problema de Investigación..... | 15 |
| 4 | Pregunta de Investigación | 17 |
| 5 | Justificación..... | 18 |
| 6 | Objetivos | 19 |
| 6.1. | <i>Objetivo General.....</i> | 19 |
| 6.2. | <i>Objetivos Específicos</i> | 19 |
| 7 | Métodos..... | 20 |
| 7.1. | <i>Área de estudio</i> | 20 |
| 7.2. | <i>Fase de campo</i> | 21 |
| 7.2.1. | <i>Patrullaje para el registro de hembras anidantes</i> | 21 |
| 7.2.2. | <i>Seguimiento in situ de las nidadas y los neonatos</i> | 24 |
| 7.3. | <i>Factores abióticos de la playa de anidación</i> | 26 |
| 7.3.1. | <i>Características físicas.....</i> | 26 |
| 7.3.2. | <i>Condiciones ambientales</i> | 27 |
| 7.4. | <i>Análisis estadístico.....</i> | 27 |
| 7.4.1. | <i>Comportamiento.....</i> | 27 |
| 7.4.2. | <i>Análisis de los factores abióticos evaluados.....</i> | 28 |
| 8 | Resultados..... | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 8.1. | <i>Repertorio comportamental</i> | 30 |
| 8.2. | <i>Frecuencia de aparición y secuencias de comportamientos obtenidas</i> | 34 |
| 8.3. | <i>Duración de la anidación de las hembras de la tortuga golfina (L. olivacea)</i> | 38 |
| 8.4. | <i>Duración media del trayecto al mar de los neonatos de la tortuga golfina (L. olivacea)</i> | 38 |
| 8.5. | <i>Pruebas estadísticas</i> | 39 |
| 8.6. | <i>Factores abióticos</i> | 40 |
| 8.6.1. | <i>Factores abióticos de la playa registrados para las hembras anidantes</i> | 40 |
| 8.6.2. | <i>Factores abióticos de la playa registrados para los neonatos</i> | 41 |
| 8.7. | <i>Relación de los factores abióticos con el comportamiento</i> | 49 |
| 8.7.1. | <i>Relación de factores abióticos con el comportamiento de las hembras de L. olivacea</i> | 49 |
| 8.7.2. | <i>Relación de los factores abióticos con el comportamiento de los neonatos de L. olivacea</i> | 52 |
| 8.7.3. | <i>Relación de los factores abióticos con el comportamiento por nidos eclosionados de L. olivacea</i> | 55 |
| 8.8. | <i>Aportes generados en la comunidad de Coquí</i> | 57 |
| 9 | Discusión | 58 |
| 9.1. | <i>Repertorio y secuencia comportamental de las hembras anidantes de L. olivacea</i> | 58 |
| 9.2. | <i>Repertorio y secuencia comportamental de los neonatos de L. olivacea</i> | 60 |
| 9.3. | <i>Relación del comportamiento de las hembras anidantes con los factores abióticos</i> | 61 |
| 9.3.1. | <i>Precipitación</i> | 61 |
| 9.3.2. | <i>Pendiente, marea y cobertura vegetal</i> | 62 |
| 9.3.3. | <i>Temperatura ambiental</i> | 62 |
| 9.4. | <i>Relación del comportamiento de los neonatos con los factores abióticos</i> | 63 |
| 9.4.1. | <i>Temperatura ambiental</i> | 63 |
| 9.4.2. | <i>Altura de la marea y distancia al mar</i> | 64 |
| 9.4.3. | <i>Pendiente de la playa</i> | 64 |
| 10 | Conclusiones | 66 |
| 11 | Referencias Bibliográficas | 68 |
| 12 | Anexos | 79 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ilustración de la tortuga golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>) (Pritchard y Mortimer, 2000).... | 7 |
| Figura 2. Ciclo biológico generalizado para una tortuga marina prototipo (Limpus y Miller, 1993). | 8 |
| Figura 3 Ubicación geográfica de la playa Coquí, Nuquí, en el departamento del Chocó, Colombia..... | 20 |
| Figura 4. Playa Coquí, Nuquí, en el departamento del Chocó, Colombia. | 22 |
| Figura 5. Marcaje de las hembras de la tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>)..... | 22 |
| Figura 6. Hembra de la tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) regresando al mar, posterior a la anidación en la playa Coquí, Chocó..... | 23 |
| Figura 7. Neonatos emergentes de la tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) en la playa Coquí, Chocó..... | 25 |
| Figura 8. Tábula de horarios y alturas de mareas para Coquí, Chocó. | 26 |
| Figura 9. Puntos de medición y cálculo de la pendiente media de la playa (Azanza, 2009) | 27 |
| Figura 10. Etograma de unidades comportamentales comunes realizadas por las hembras de <i>L. olivacea</i> durante la anidación en la playa Coquí en la temporada del año 2018..... | 36 |
| Figura 11. Etograma de unidades comportamentales comunes realizadas por neonatos de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí en la temporada del año 2018. | 37 |
| Figura 12. Duración total de anidación de las hembras de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018. | 38 |
| Figura 13. Duración total por nido del trayecto al mar de neonatos de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018. | 39 |
| Figura 14. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (ACC) de las relaciones entre las categorías comportamentales y los factores abióticos por hembra anidante de <i>L. olivacea</i> | 51 |
| Figura 15. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (ACC) de las relaciones entre las categorías comportamentales y los factores abióticos por neonato de <i>L. olivacea</i> | 54 |

| | |
|---|----|
| Figura 16. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (CCA) de las relaciones entre las categorías comportamentales y los factores abióticos de neonatos de <i>L. olivacea</i> por nido | 56 |
|---|----|

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Categoría de conservación y presencia de tortugas marinas en el Pacífico colombiano. | 6 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica de la tortuga golfina (ITIS, Orden Testudines, 2017)..... | 6 |
| Tabla 3. Catálogo comportamental obtenido de la anidación de las hembras de la tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) en la playa Coquí durante la temporada del año 2018. | 30 |
| Tabla 4. Catálogo comportamental obtenido de los neonatos de la tortuga golfina (<i>L. olivacea</i>) en la playa Coquí durante la temporada del año 2018..... | 33 |
| Tabla 5. Frecuencia de aparición de unidades comportamentales de las hembras anidantes de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018..... | 34 |
| Tabla 6. Frecuencia de aparición de unidades comportamentales de los neonatos de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018..... | 36 |
| Tabla 7. Factores abióticos obtenidos de la playa Coquí durante la anidación de las hembras de <i>L. olivacea</i> en la temporada del año 2018..... | 41 |
| Tabla 8. Factores abióticos obtenidos de la playa Coquí durante la trayectoria al mar de los neonatos de <i>L. olivacea</i> en la temporada del año 2018..... | 43 |

Lista de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Valores de correlación de Pearson para los datos de las hembras anidantes de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018. | 79 |
| Anexo 2. Valores de correlación de Spearman para los datos de los neonatos de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018..... | 80 |
| Anexo 3. Valores de correlación de Pearson para los datos de los neonatos por nido de <i>L. olivacea</i> en la playa Coquí durante la temporada del año 2018..... | 81 |

Resumen

El Pacífico colombiano es un sitio estratégico para el estudio de tortugas marinas, puesto que posee playas viables para anidación, principalmente en el Chocó. Debido a esto, se han identificado sitios de anidación para especies como la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) que no han sido estudiados, como la playa Coquí. Con el fin de proporcionar información sobre el comportamiento de *L. olivacea* frente a la dinámica de factores abióticos de la playa Coquí, se describieron los patrones comportamentales *in situ* de las hembras (anidación) y de neonatos (desde su emergencia hasta ingresar al mar), durante la temporada del 2018. Se realizaron patrullajes nocturnos, obteniendo registros audiovisuales de los individuos encontrados con la técnica de registro focal continuo, y se elaboraron etogramas para hembras y neonatos. Así mismo, se registraron diariamente características físicas y condiciones ambientales de la playa. Como resultados, se realizó la descripción de 33 unidades comportamentales de 13 hembras anidantes, y 22 unidades comportamentales de 258 neonatos de *L. olivacea*, agrupados en 8 nidos. Se encontró que la cobertura vegetal, altura de marea, pendiente de la playa y temperatura ambiental fueron los factores que determinaron significativamente la ocurrencia de las unidades comportamentales tanto de hembras anidantes como de neonatos. Conocer estas condiciones del comportamiento permitirá el desarrollo e implementación de planes de manejo adecuados para la zona para recuperar estas poblaciones, teniendo en cuenta que se debe procurar mantener las condiciones del ambiente *in situ* para no alterar el comportamiento de *L. olivacea* ni las duraciones del mismo.

Palabras clave: Etología, factores abióticos, catálogo comportamental, registros audiovisuales, tortuga golfina.

Abstract

The Colombian Pacific is a strategic site for the study of sea turtles, since it has viable nesting beaches, mainly in Chocó. Because of this, nesting sites have been identified for species such as the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) that have not been studied, such as Coquí beach. In order to provide information of *L. olivacea*'s behavior against the dynamics of abiotic factors of Coquí beach, *in situ* behavioral patterns of females (nesting) and neonates (from their emergence to entering to the sea) were described, during the season of 2018. Night patrols were carried out, obtaining audiovisual records of the individuals found with the technique of continuous focal registration, and ethograms were developed for females and neonates. Likewise, physical characteristics and environmental conditions of the beach were recorded daily. As a result, a description was made of 33 behavioral units of 13 nesting females, and 22 behavioral units of 258 *L. olivacea* neonates, grouped in 8 nests. It was found that the vegetation cover, tidal height, slope of the beach and environmental temperature were the factors that significantly determined the occurrence of the behavioral units of both nesting females and neonates. Knowing these behavioral conditions will allow the development and implementation of appropriate management plans for the area to recover these populations, taking into account that *in situ* environmental conditions must be maintained for avoiding alter the behavior of *L. olivacea* nor its durations.

Keywords: Ethology, abiotic factors, behavioral catalog, audiovisual records, olive ridley turtle.

1 Introducción

Las tortugas marinas son de los reptiles más antiguos existentes en la actualidad (Frazier J. , 2003) con un total de siete especies de amplia distribución mundial, de las cuales en Colombia se registran cinco y en su costa Pacífica tres especies (Amorocho, et al., 2016). Su importancia radica en los roles ecológicos que cumplen en los ecosistemas marino costeros, debido a que contribuyen en la regulación de arrecifes coralinos, introducción de nutrientes en las playas de anidación, y transporte para otro organismos epibiontes (Eckert, *et al.*, 2012).

Las tortugas marinas poseen un ciclo de vida de suma complejidad por sus extensos periodos de migración para forrajeo, reproducción, anidación e incubación (Hamman, *et al.*, 2003), generando que su supervivencia sea difícil. Si adicionalmente se incluyen las amenazas de origen natural y antrópico a sus hábitats y poblaciones, esta situación ha generado que las tortugas marinas hoy en día estén en diferentes categorías de estado de amenaza (como Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico) (UICN, 2000).

Por el riesgo en el que se encuentran sus poblaciones, durante las últimas décadas en países como Colombia se ha incrementado el esfuerzo investigativo mediante estudios científicos sobre las cinco especies de tortugas marinas presentes en el país: caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), olivacea o golfina (*Lepidochelys olivacea*), y laúd o caná (*Dermochelys coriacea*) (Barreto, 2011), identificándose las áreas de alimentación y anidación (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2002) en las diferentes playas del Caribe (Invemar, 2002) y del Pacífico (Invemar, 2003b), la distribución de las especies y el estado de conservación de las playas de anidación donde son registradas anualmente (Invemar, 2003a).

No obstante, por su importante rol ecológico en los ecosistemas marino costeros, es necesario desarrollar diagnósticos del estado actual del repertorio comportamental de las poblaciones presentes en

el país como en la costa Pacífica, con el objetivo de determinar posibles respuestas durante su etapa reproductiva frente a estímulos del ambiente, evaluando especialmente las hembras anidantes y los neonatos (Barreto, 2016). De esta forma, se logrará ampliar el conocimiento de estas especies (Amorocho, et al., 2016), no sólo a nivel científico, sino también mediante trabajo cooperativo con las comunidades locales y el gobierno colombiano para involucrarlos activa y participativamente para la generación de programas de conservación eficientes y dirigidos a las necesidades identificadas en su conducta *in situ* (Barreto, 2011) .

Consecuentemente, este trabajo contribuye al conocimiento del estado actual de las tortugas marinas presentes en la costa Pacífica, específicamente en una playa de anidación identificada en el departamento del Chocó (Invemar, 2003b), que no ha sido estudiada previamente, mediante la caracterización del comportamiento de las hembras anidantes y de los neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*) y el análisis de la relación que mantienen estos comportamientos con los factores abióticos en la playa Coquí. Este tipo de reportes permitirá procesos dirigidos a la conservación de la especie involucrada, gracias a que se proporcionarán datos claramente descritos de las conductas propias de estas especies conocidas por ser indicadoras biológicas del estado del ecosistema de playas arenosas (Sampedro, 2016) presentes en el Pacífico chocoano.

2 Marco de referencia

2.1. Antecedentes

El interés por estudiar y aportar al conocimiento científico sobre las tortugas marinas en Colombia comenzó con reportes de avistamientos tanto en el Caribe como en el Pacífico (Ceballos, 2004). Principalmente en el Pacífico colombiano los registros se concentraron en los departamentos del Valle del Cauca y Chocó, por el descubrimiento de playas de anidación de *E. imbricata* (Medem, 1962) en los estuarios de Guapi, Mulatos, Sanquianga e isla Gorgona (Green y Ortiz, 1982); de *D. coriacea* en la bahía de Tribugá y Zapsurro (Rueda, *et al.*, 1992), y cerca del Parque Nacional Natural Gorgona y Ensenada de Utría (Rivera, *et al.*, 2016); de *Caretta caretta* en Cabo Corrientes (Amarocho, *et al.*, Observaciones sobre el estado actual de las tortugas marinas en el pacífico colombiano, 1992), Tumaco y en los estuarios de Guapi y Sanquianga (Green y Ortiz, 1982).

De igual forma, distintos autores realizaron estudios de las especies de tortugas marinas presentes en Colombia, principalmente sobre la ecología poblacional, entre estos están Carr y Ogren (1960), Carr (1980), Rueda, *et al.* (2007) y Tobón y Amorocho (2014). Adicionalmente se ha investigado sobre la ecología trófica, como Amorocho, *et al.* (2007), Sampson, *et al.* (2014) y Sampson, *et al.* (2017); así como también en áreas de su genética de poblaciones por Camacho, *et al.* (2008), Amorocho, *et al.* (2012), Sampson, *et al.* (2015), y Hernández, *et al.* (2017), para resolver discusiones en cuanto a su filogenia. Actualmente han sido realizados otros estudios sobre las migraciones mediante monitoreos por sensores remotos (telemetría) en pro de la conservación de los hábitats que frecuentan las tortugas marinas, como los realizados por Eckert (2001), Bräutigam y Eckert (2006), Amorocho, *et al.* (2012), Pabón, *et al.* (2012), Figgener, *et al.* (2016), Llamas, *et al.*, y Bond y James (2017).

En la misma medida, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR) (2002) generó la recopilación de información del estado de conservación de las tortugas marinas en la costa Caribe, donde fueron descritos los hábitats de anidación y alimentación. Se

encontraron un total de 21 playas, categorizadas en distintos tipos de amenazas para gestionar planes de manejo regionales para conservación (Ceballos, 2004). Como continuación de este trabajo, en el Pacífico se realizó la recopilación de referencias bibliográficas y avistamientos de pescadores locales para determinar la distribución de las tortugas marinas presentes en la zona, identificando su estado de conservación, uso tradicional y amenazas principales (Invemar, 2003b); obteniendo registro de cuatro especies de tortugas marinas en 53 playas potenciales para la anidación: golfina (*L. olivacea*), verde (*C. mydas*), carey (*E. imbricata*) y caná (*D. coriacea*).

Entre las principales amenazas hacia las poblaciones de tortugas marinas que fueron identificadas están la captura incidental de hembras (Rodríguez, 2015), sobreexplotación de nidos (NOAA Fisheries, 2014), consumo de tortugas adultas (UICN, 2000), contaminación producto del desarrollo costero (Bjorndal K. A., 1995), depredación a neonatos (animales domésticos, cangrejos, aves marino- costeras, entre otros) y mortalidad incidental no asociada con las pesquerías (lesiones por dragas, hélices de lanchas) (UICN, 2000). Estas amenazas generaron que las especies continuaran en peligro de extinción a nivel mundial (WWF, 2010) y en Colombia (Morales, *et al.*, 2015). Por ende, se iniciaron procesos para ejercer medidas de manejo (Rueda, 2001) y gestión de estrategias para la conservación de las especies, tanto de las hembras anidantes como de los neonatos (Amarocho y Zapata, 2014) y de las playas de anidación donde anualmente inician y completan su ciclo de vida (Barreto, 2011), mediante los patrullajes de anidación (Barreto, 2016), eclosión y supervivencia de neonatos *in situ* y *ex situ* (traslado y protección de nidadas en viveros) como Jiménez y Martínez (1988), Restrepo, *et al.*, (2005), Jáuregui, *et al.*, Cano-Castaño, *et al.* (2016), y jornadas de participación con comunidades a través de la educación ambiental mediante trabajos como Proyecto Help Colombia en Magdalena (Monterrosa, 2016), Programas de Conservación de Tortugas en Playona, Chocó (Cano-Castaño, *et al.*, 2016), entre otros.

En Colombia, son limitados los trabajos en etología de tortugas marinas puesto que solo existen reportes asociados a la caracterización de las playas de anidación (incluyendo las características

geomorfológicas, intervención antrópica y climática) (Crouse, *et al.*, 1987; Patiño, *et al.*, 2014; y Payán, *et al.*, 2016); más no se ha evaluado con detalle el comportamiento específico de cada una de las especies que anidan en las playas del país. Consecuentemente, la etología se convierte en un campo de oportunidad para avanzar en la investigación con tortugas marinas en Colombia y así ampliar la información para medidas de conservación para los nidos y las playas donde estos son depositados periódicamente.

2.2. *Generalidades de las tortugas marinas*

Las tortugas marinas son reptiles representantes del suborden Cryptodira (ITIS, 2017) que habitan en los mares tropicales y subtropicales del mundo (Pritchard, 1997). Estas poseen características biológicas, como un crecimiento corporal lento, alta longevidad, madurez sexual tardía, mortalidad alta de los estadios neonatales, sobrevivencia alta de estadios adultos en ambientes marinos conservados, adaptaciones morfológicas y fisiológicas especializadas para realizar largas migraciones anualmente (Gaffney y Meylan, 1988).

Las tortugas marinas cumplen importantes roles ecológicos en los ecosistemas marino costeros, ya que contribuyen en el mantenimiento, estructuración y regulación de pastos marinos, mantos algales y arrecifes coralinos que utilizan para su consumo (Bjorndal y Bolten, 2010), tal es el caso de la tortuga verde (*C. mydas*) y carey (*C. caretta*) que contribuyen al mantenimiento de algunas corrientes marinas que pueden ser obstruidas por praderas marinas e influyen en la productividad regular de los arrecifes de coral (Bjorndal & Jackson, 2003). También son especies que realizan control biológico, como la tortuga laúd (*D. coriacea*) que se alimenta principalmente de medusas (Cubozoa) y ctenóforos (Tentaculata), manteniendo viables las poblaciones de peces (huevos y larvas) al disminuir su consumo por parte de estos organismos (Eckert, *et al.*, 2012). En cuanto a su rol en las playas donde anidan, estas introducen nutrientes por ciclaje durante el desove, proporcionan fuentes de alimentación para otros organismos por

el consumo de sus huevos e individuos adultos y neonatales, y proveen transporte en sus caparazones a organismos epibiontes que se fijan (Wilson *et al.*, 2010).

En el Pacífico colombiano se han registrado tres especies bajo tres categorías diferentes de conservación (Tabla 1). Estas se encuentran principalmente asociadas a los litorales marinos, considerados como hábitats ideales para alimentación y anidación de las tortugas verde (*C. mydas*) (Invemar, 2003b), Carey (*E. imbricata*) (Invemar, 2003b) y golfinas (*L. olivacea*) (Barreto, 2016).

Tabla 1. Categoría de conservación y presencia de tortugas marinas en el Pacífico colombiano.

| Espece | Categoría de conservación a nivel mundial (UICN, 2000) | Categoría de conservación en Colombia (Morales, <i>et al.</i> , 2015) | Presencia de la especie en el Pacífico colombiano (Barreto, 2016) |
|-------------------------------|--|---|---|
| <i>Chelonia mydas</i> | En Peligro (Seminoff, 2004) | En Peligro | Presente (Alimentación-Anidación) |
| <i>Eretmochelys imbricata</i> | En Peligro Crítico (Mortimer & Donnelly, 2008) | En Peligro Crítico | Presente (Alimentación) |
| <i>Lepidochelys olivacea</i> | Vulnerable (Abreu & Plotkin, 2008) | Vulnerable | Presente (Anidación) |

2.3. Descripción de la tortuga golfinas (*Lepidochelys olivacea*)

La tortuga golfinas (*Lepidochelys olivacea*) hace parte de la familia Cheloniidae (Tabla 2) y es considerada como la tortuga marina más pequeña y abundante en el mundo (Limpus, 1995).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la tortuga golfinas (*ITIS, Orden Testudines, 2017*).

| | |
|-----------------|---|
| Phylum | Chordata |
| Clase | Reptilia |
| Orden | Testudines |
| Suborden | Cryptodira |
| Familia | Cheloniidae |
| Genero | <i>Lepidochelys</i> |
| Especie | <i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829) |

Esta se caracteriza por poseer un caparazón casi circular, ligeramente tectiforme en adultos (especialmente reportado en el Pacífico oriental), con una longitud recta del caparazón (LRC) de hasta

72 cm y compuesto por seis o más escudos laterales a cada lado (Pritchard y Mortimer, 2000). Sus extremidades se encuentran dispuestas en forma de remo no retráctil, equipadas con dos garras por extremidad para excavación y sujeción en la cópula (Limpus y Miller, 1993). Su cabeza es ligeramente triangular, con un ancho de hasta 13 cm, tiene dos pares de escamas prefrontales y no es retráctil (a diferencia de las familias terrestres del orden Testudines) (Páez, 1997); el plastrón posee un poro pequeño y distintivo cerca del margen posterior en los cuatro escudos inframarginales (Figura 1). Esta especie tiene una coloración en el dorso verde olivo intermedio a oscuro y ventralmente amarillo crema en adultos, mientras que en inmaduros el dorso es gris y ventralmente blanco (Pritchard y Mortimer, 2000).

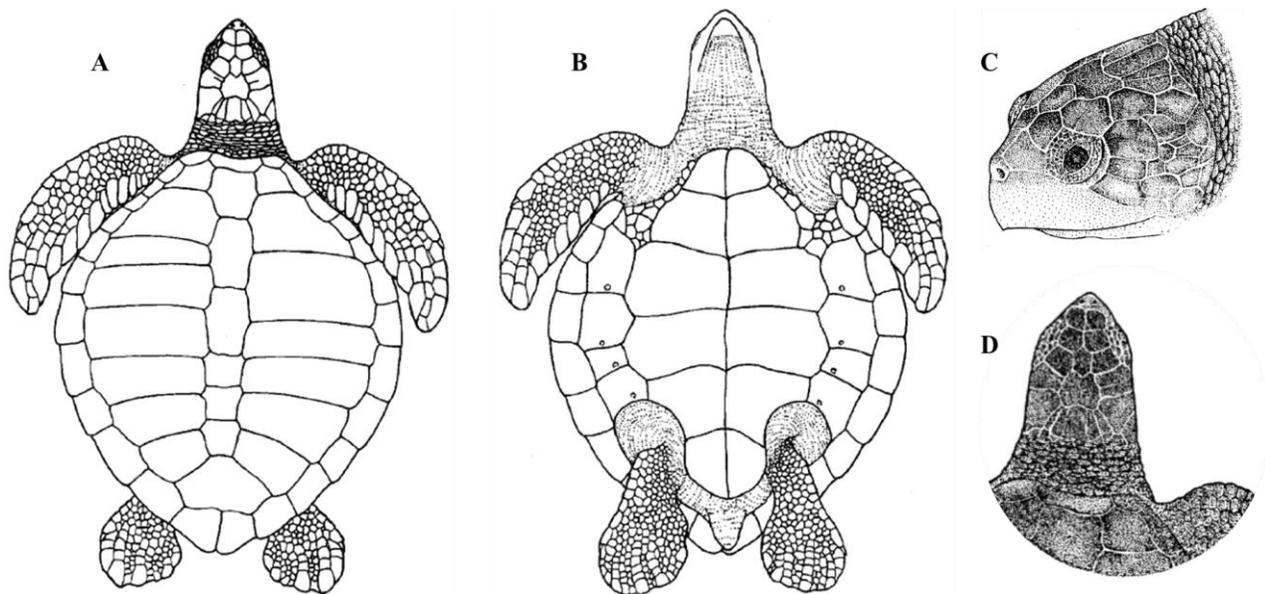


Figura 1. Ilustración de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) (Pritchard y Mortimer, 2000) (A: Vista dorsal del caparazón, B: Vista ventral del plastrón, C: Vista lateral de la cabeza, D: Vista dorsal de las escamas prefrontales).

La distribución de la tortuga golfina corresponde a las aguas tropicales del Pacífico, Índico y Atlántico del Sur (Pritchard y Mortimer, 2000); estas realizan migraciones periódicas a aguas templadas para alimentarse, aunque posterior a la temporada de anidación migran a zonas más cálidas para evitar temperaturas bajo cero o buscan refugio bajo fondos lodosos de aguas costeras durante el invierno (Marquéz, 1990).

2.4. Ciclo biológico

El ciclo biológico de las tortugas marinas es similar al de otros ectotermos, puesto que son especies reproductoras de tipo estacional generalmente (Figura 2), aunque se presentan casos donde la periodicidad está ligada directamente con la variación ambiental y los intervalos de tiempo de remigración (Hirth P. , 1997).

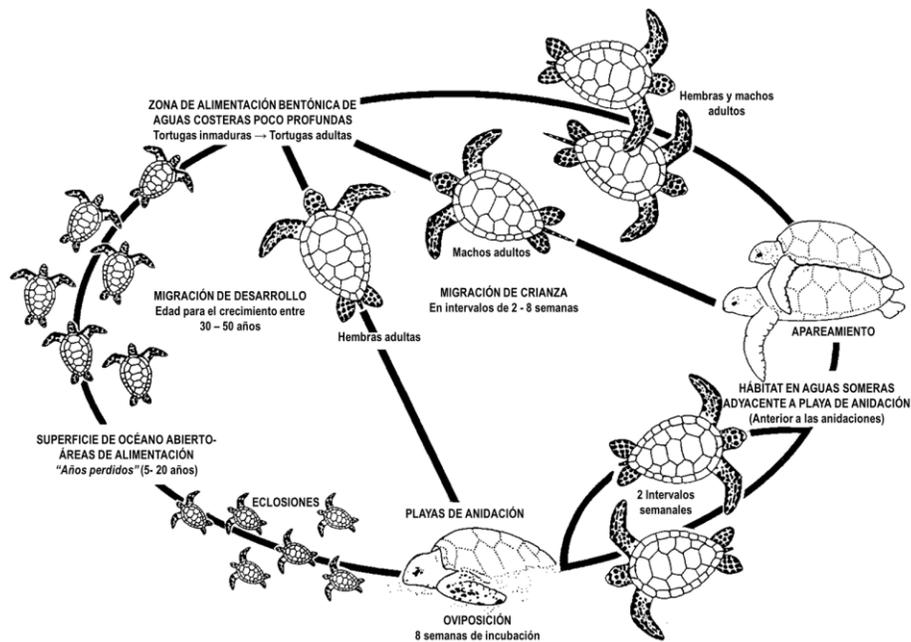


Figura 2. Ciclo biológico generalizado para una tortuga marina prototipo (Limpus y Miller, 1993).

Para *L. olivacea*, posterior a la eclosión de los huevos, los neonatos emergen al extremo superficial de la cámara de incubación en la playa, con el objetivo de regresar al mar (Limpus y Miller, 1993), sufriendo alta depredación. Una vez que los neonatos sobrevivientes de *L. olivacea* logran internarse en el mar al superar la barrera del oleaje, instintivamente nadan dispersándose por las corrientes marinas lejos de su lugar de nacimiento hacia áreas de forrajeo para su alimentación. Esta etapa neonatal se desarrolla en un ambiente pelágico poco profundo, denominado como “hábitat de crianza de pequeños juveniles” (Balaz, *et al.* 1994), permaneciendo allí durante el período inter-reproductivo (con una duración de uno a cuatro años) (Luschi, *et al.*, 1996 y Cheng, 2002), y comparten hábitat con juveniles y subadultos (Kopitsky, *et al.*, 2000), hasta que alcanzan la madurez sexual.

Actualmente del período inter-reproductivo hay datos insuficientes, razón por la cual diferentes autores como Hays, *et al.*, (2002) y Azanza (2009) lo han denominado como “los años perdidos”, atribuido al periodo de diez a cuarenta años (Chaloupka y Musick, 1997) donde se cree que los juveniles y los que ya han alcanzado su madurez sexual, se congregan para alimentarse en zonas oceánicas de mayores profundidades. Esta etapa se caracteriza por que los juveniles de *L. olivacea* permanecen en zonas de afloramiento oceánico, donde hay altas tasas de productividad y variedad de comunidades tróficas asociadas para brindar alimentación, como mantos flotantes de *Sargassum*, cnidarios (Cubozoa) y larvas de una amplia variedad de invertebrados (Musick y Limpus, 1997). Cuando los juveniles tardíos de *L. olivacea* están en el proceso de alcanzar su madurez sexual, estos permanecen en zonas oceánicas de mayor profundidad denominadas como “hábitats de desarrollo de juveniles avanzados” (Frazier, 2001). En este periodo generalmente se encuentran diseminados dentro de las corrientes con una natación tipo “botella de deriva”, ya que dependen de los regímenes de las corrientes marinas para su supervivencia (Wyneken, 1997) y comparten hábitat con adultos dentro de ciertos giros oceánicos (Lohmann, *et al.*, 1999).

Al alcanzar su madurez sexual, los individuos adultos de *L. olivacea* acumulan suficientes reservas de energía durante varios años para iniciar su migración hacia las playas de anidación (Miller, 1997), mediante una dieta de organismos invertebrados tanto de fondo como de superficie marina (Frazier, 2001). Este desplazamiento transoceánico requiere un gasto energético muy alto, por lo cual se sincronizan con la velocidad y dirección de las corrientes marinas (Schäfer y Krauss, 1995), siguiendo señales como la temperatura, salinidad y campo magnético de la Tierra, mediante un desarrollado “sentido de orientación cartográfico” (Reverdin y McPhaden, 1986).

El apareamiento entre adultos ocurre en el mar durante la migración o cercano a las playas de anidación (Azanza, 2009) en distintas temporadas de reproducción al año. La cópula puede ser poliándrica y poligínica (Limpus y Miller, 1993), y las hembras consiguen almacenar esperma en los

oviductos para usarlo más tarde en la temporada de oviposición (Kichler, *et al.*, 1999). Habitualmente, los machos migran de regreso a las áreas de alimentación (Azanza, 2009) después de un período pico de cortejo y apareamiento, por el contrario las hembras entran en un periodo de latencia, donde suelen permanecer nadando en la zona de reproducción varias semanas (Frazier, 2001).

Posteriormente las hembras nadan hacia la playa de anidación donde nacieron dando lugar a la localización del mismo agregado genético de hembras de generación a generación (Reece, *et al.*, 2005; Bowen, *et al.*, 1989; Meylan, *et al.*, 1990; y Allard, *et al.*, 1994), lo que es sugerido por dos teorías principales: filopatría (*natal beach homing*) (Carr Jr., 1967) y facilitación social (Hendrickson, 1958). La filopatría explica que las hembras grávidas reconocen la playa donde nacieron mediante corrientes marinas, mecanismos olfatorios y por el campo magnético de la Tierra (Lohmann, *et al.*, 1997), y verifican elementos característicos de su playa aprendidos durante la incubación y la trayectoria hacia el mar. Por otro lado, la facilitación social explica que las hembras que van a anidar por primera vez son guiadas por otras más experimentadas hacia la playa, al tener éxito siempre regresarán a la misma durante las demás temporadas de anidación (Hendrickson, 1958). Esta migración para anidación suele darse cada 4 a 6 años para *L. olivacea* (Pritchard, 1969).

Al finalizar la temporada de anidación las hembras regresan a las áreas de alimentación nuevamente (Pritchard, 1997). Su próxima temporada reproductiva suele tardarse entre uno o varios años, dependiendo del tiempo para acumular suficiente energía para el siguiente evento reproductivo, y de la distancia entre las áreas de alimentación y reproducción (Allard, *et al.*, 1994).

2.5. Anidación

El proceso de anidación de las tortugas marinas consiste generalmente en: el ascenso de la hembra a la playa de anidación seleccionada, la selección del sitio de ovoposición de los huevos de esa nidada (Cubillos, 2017), excavación de la cámara corporal, excavación del nido (cámara de incubación),

oviposición, cobertura del nido y regreso al mar (Johnson, *et al.*, 1997). Para *L. olivacea*, el desove es realizado de forma sincrónica masiva (arribada) o en solitario (Viejobueno y Arauz, 2015). Para el Pacífico colombiano, la anidación y desove en solitario es empleado como estrategia de minimización del riesgo de depredación o detección de sus nidos, y ocurren entre los meses de julio a diciembre, durante la noche principalmente (Bernardo y Plotkin, 2007).

Después de seleccionar el sitio de anidación, las hembras grávidas de *L. olivacea* y ovipositan de 87-110 huevos por nido (Morales, *et al.*, 2015; Pritchard, 1969; y Barrientos, *et al.*, 2014), realizándolo hasta tres veces (Kalb y Owens, 1994) durante la temporada de anidación con algunos días de intervalo entre cada puesta (Azanza, 2009). Estos huevos se incuban en la arena y luego de siete semanas aproximadamente, los huevos eclosionan (Kalb y Owens, 1994).

2.6. *Eclosión y emergencia de neonatos*

Como producto del período de incubación, se genera la eclosión de los huevos y la emergencia de los neonatos a la superficie de la playa. Este proceso incluye facilitación social (Frazier, 2001), donde los movimientos de algunos neonatos excavando para salir a la superficie, estimulan a otros para dar inicio también a la emergencia. La mayoría de estos eventos para *L. olivacea* ocurren durante la noche, evadiendo así una amplia variedad de depredadores diurnos (Miller, 1997) y temperaturas extremadamente altas y fatales (Lohmann, *et al.*, 1997). Cuando alcanzan la superficie de la boca del nido, los neonatos generalmente se dirigen hacia el mar, presentando la denominada impronta del hábitat o tiempo de rastreo (Burger y Gochfeld, 2014) donde se dan numerosas respuestas innatas a los estímulos y condiciones ambientales de la playa como la gravedad, temperatura, humedad relativa, radiación lumínica (fototropotaxis positiva), pendiente de la playa, salinidad, tamaño del grano de arena, entre otros (Lohmann, *et al.*, 1997).

Sin embargo, en este proceso se presentan muchos casos donde no todos los individuos que eclosionaron logran salir de los nidos para emerger, o que en el trayecto sufren ataque de los depredadores presentes en las playas de anidación, incluso durante la etapa de incubación algunos embriones no sobreviven para la eclosión (Miller, 1997).

2.7. *Etología*

La etología se refiere principalmente al estudio científico e investigativo del comportamiento de los seres vivos, que es interpretado como el modo en que los animales resuelven los problemas a los que se ven enfrentados a lo largo su ciclo biológico, en función de su relación con el medio, sus adaptaciones, e interacciones intraespecíficas e interespecíficas, revelando aspectos significativos de su historia de vida en el medio ambiente (Lehner, 1979). Cada una de las respuestas comportamentales son definidas como el repertorio de las estrategias de resolución que el animal adopta ante dicho problema (Zerda, 2004). Lenher (1979) expone los siguientes interrogantes o problemas de investigación a resolver sobre el comportamiento animal: a) ¿Qué? (descripción del comportamiento animal), b) ¿Cuándo? (espacio temporal del comportamiento), c) ¿Cómo? (los patrones usados y mecanismos fisiológicos para un comportamiento dado), d) ¿Cuál? (motivación o adaptación ecológica) y e) ¿Dónde? (aspecto espacial geográfico o ambiental).

Los estudios de etología aplicada tienen como objetivo el análisis del comportamiento a partir de las observaciones y registros de la secuencia de ejecuciones de conducta, definidas como unidades comportamentales (Hage y Mellen, 1983), secuenciales en el tiempo y espacio. Cada una de las unidades comportamentales (nivel más pequeño, no se puede subdividir) son registradas en un catálogo comportamental (Zerda, 2004), donde se enlistan, codifican y describen los comportamientos obtenidos a partir de las observaciones o registros audiovisuales por periodos relativamente extensos y estos se deben definir objetivamente (Hage y Mellen, 1983) para detallar las características de cada una que son

propias del animal a estudiar (Brown, 1975), como ubicación, posición, sexo, edad, función, entre otros. Dichas unidades comportamentales pueden ser agrupadas en categorías más generales (nivel más alto de clasificación) para la construcción del catálogo comportamental (Zerda, 2004).

2.8. *Etología de las tortugas marinas*

Para el estudio etológico de las tortugas marinas es necesario tener en cuenta el estadio de desarrollo, puesto que es el factor determinante en los patrones de comportamiento tanto de hembras, machos y neonatos (Amorocho-Llanos, 2006), ya que así se identifica si el individuo se encuentra en periodos de alimentación, hibernación o latencia, migración, reproducción o anidación. Estos periodos varían de acuerdo a la especie y la región geográfica donde se encuentre la población, de ello también depende la selección del hábitat ya que debe contar con los recursos indispensables para sobrevivir en el periodo del ciclo biológico en el que se encuentren (Alvarado y Murphy, 2000).

Los estudios comportamentales se han empleado como herramienta para la conservación (Merchán, 2017), por lo cual se han realizado estudios con diversas especies de tortugas marinas a nivel mundial, principalmente en las playas de anidación por la facilidad de monitoreo de las hembras y los neonatos; tal es el caso de los trabajos de Hirth (1980), Mortimer (1990), Alvarado y Murphy (2000), Weishampel, *et al.* (2003), Cheng, *et al.* (2013) y Bond y James (2017). Sin embargo, gracias al desarrollo de la telemetría de alta frecuencia (VHF, por sus siglas en inglés) y satelital, actualmente se ha incorporado el seguimiento de los patrones de navegación y migratorios que reportan: neonatos en hábitats pelágicos después de la eclosión y adultos en zonas de forrajeo, hibernación, limpieza y reproducción (Amorocho-Llanos, 2006).

2.9. *Factores determinantes del comportamiento de las tortugas marinas*

Hay diferentes factores que pueden determinar el comportamiento de las tortugas marinas, específicamente de las hembras y neonatos. Esto depende del tiempo que permanecen los individuos en

la playa de anidación y del ambiente circundante seleccionado para algunas etapas de su ciclo biológico, como lo es la anidación y la impronta del hábitat. Consecuentemente, el comportamiento de las tortugas marinas influirá directamente en la aptitud de la descendencia (Azanza, 2009).

Algunos factores determinantes pertenecen al lugar donde se construye el nido, el cual puede ser afectado a través de los factores abióticos presentes en la playa (Mortimer J. , 1990). Por ejemplo, el ambiente térmico de anidación, incubación de la nidada y emergencia de los neonatos puede ser afectado en respuesta a los cambios estacionales en condiciones como la temperatura ambiental, la humedad relativa ambiental (Southwood, Darveau, & Jones, 2003), la cobertura vegetal, la precipitación y la condición climática existente (Hendrickson J. R., 1982).

También hay características físicas de las playas que inciden en la preferencia y/o selección de la zona de la playa para realizar la anidación, como la pendiente y la altura de la marea (Fretey & Girondor, 1989), ya que hay requisitos generales para la playa de anidación como la accesibilidad desde el mar, la altura para prevenir la inundación de las nidadas por las mareas y el sustrato debe facilitar la difusión de los gases con el medio (Mortimer J. , 1990). Estos permitirán como resultado una incubación exitosa de los nidos para el aumento del reclutamiento de nuevos individuos para la población (Acuña, 1980). Así mismo, la actividad de las tortugas marinas está muy relacionada con las fases de la luna, tanto por el efecto de ésta en las mareas para alcanzar una buena distancia para que la hembra pueda ubicar el nido lejos del lavado constante de la marea, así como también por las diferencias de intensidad de luz obtenidas del porcentaje de visibilidad lunar. Según Chávez (1994), aquellas especies de tortugas marinas que anidan en forma solitaria, se les puede observar anidando durante las noches de la temporada de anidación dependiendo de las horas en que hay poca iluminación lunar en la playa, es decir durante las fases de cuarto menguante y cuarto creciente. En contraste, durante las fases de luna llena y nueva, las mareas son las más altas del mes, por lo que la actividad de las tortugas marinas es menor (Chávez, 1994).

3 Planteamiento del Problema de Investigación

Actualmente de las cinco especies de tortugas marinas presentes en Colombia, se encuentran reportadas para anidación dos para Coquí (Nuquí, Chocó) (*Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas*) que es un sector nuevo para la investigación de estas especies que anidan allí anualmente. Estas se encuentran reportadas en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2001), en el *Libro rojo de reptiles de Colombia* (Morales, et al., 2015), y en la categoría nacional según la Resolución 1912 de 2017: *Lepidochelys olivacea* como Vulnerable (Abreu & Plotkin, 2008) y *Chelonia mydas* en Peligro (Seminoff, 2004). Esta situación de amenaza ha continuado por la pérdida de gran cantidad de individuos, generalmente de hembras anidantes y neonatos, debido a la intervención antrópica en la anidación, el desove, la baja eclosión de los huevos y la mortalidad en la trayectoria de ingreso al mar de los neonatos (Barreto-Sánchez, 2016), prácticas indiscriminadas e intervención de su hábitat por erosión costera, contaminación por residuos sólidos (principalmente materiales plásticos) en las zonas de anidación (Codechocó, 2011), perturbaciones sobre la dinámica natural de la playa y depredación por animales domésticos (Barreto, 2016), que han impactado la sobrevivencia y permanencia de las poblaciones. Esta situación evidencia un riesgo inminente en la desaparición de las poblaciones de estas especies en las playas del Pacífico colombiano, tal como la playa Coquí, por lo cual hoy en día se han desarrollado estrategias de conservación a nivel mundial y en Colombia, como la Estrategia Global para la Conservación de las Tortugas Marinas (2012-2020), el Plan de Acción para la Conservación de las Tortugas Marinas en Latinoamérica y el Caribe (2015-2020) (Amorocho, et al., 2016), entre otros.

Entre las estrategias para ser implementadas para la conservación de las tortuga marinas, se encuentra la etología, un campo poco estudiado donde a partir de observaciones directas y registros, se obtiene información de los patrones conductuales de las hembras anidantes y neonatos durante el periodo que

permanecen en las playas de anidación (Brenes, *et al.*, 2015). La importancia de conocer la etología de estas especies radica en que su comportamiento en estado natural ha sido poco estudiado por que habitan la mayor parte de su ciclo de vida en mar abierto (Terán, 2014), por ello es que se identifican muy pocos aspectos de su desarrollo comportamental, permitiendo sólo conocer la relación que mantienen con la dinámica de las playas de anidación (Cheng, 2002 y Weishampel, *et al.*, 2003).

De igual forma, al día de hoy existen playas no estudiadas donde ocurre la anidación y eclosión de nidadas de las tortugas marinas como la playa Coquí, San Pichí, Joví, entre otras (Invemar, 2003b), de estas playas se carece de datos poblacionales, reproductivos y comportamentales. Según estudios realizados por Amorocho *et al.* (1992), Invemar (2003a) y Merizalde *et al.* (2005), estas zonas no poseen facilidades de acceso, tienen recursos limitados, además de anteriores factores de orden público que afectaban el seguimiento de estudios de monitoreo o de investigación, generando un sesgo en la generación de información sobre el estado actual de las poblaciones presentes en playas del departamento del Chocó.

4 Pregunta de Investigación

¿Qué factores abióticos presentes en la playa Coquí se relacionan con los comportamientos de las hembras anidantes y neonatos de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)?

5 Justificación

Debido al estado de amenaza de las tortugas marinas a nivel mundial y específicamente en Colombia, se ha incluido dentro de los planes de conservación el monitoreo de las hembras anidantes y el seguimiento de las nidadas y los neonatos en las playas (Azanza, *et al.*, 2015), ya que son considerados herramientas para estimar el tamaño poblacional de las especies que anidan en las costas del mundo y para evaluar la condición actual en los estadios de su ciclo biológico (Schroeder y Murphy, 2000).

No obstante, también es de importancia caracterizar el comportamiento de las hembras anidantes y los neonatos para crear una línea base de datos etológicos, en este caso para el Pacífico chocono (playa Coquí). Con este tipo de estudios se logrará posteriormente evaluar su respuesta comportamental a la dinámica de los factores abióticos de la playa y establecer qué condiciones afectan su comportamiento y regreso a este lugar, teniendo en cuenta las amenazas actuales en la zona, que han provocado riesgos para la permanencia y sobrevivencia de sus poblaciones. También el seguimiento del desove y emergencia de los neonatos proporcionará información útil sobre la relación con la dinámica de los factores abióticos de la playa Coquí, para ser contemplados como posibles escenarios de cambio climático para futuros planes de conservación de estas especies en la zona.

Adicionalmente, no se cuenta con reportes publicados sobre el comportamiento de anidación y emergencia de las especies de tortugas marinas en Colombia, por lo que la información brindada en este proyecto proveerá los primeros datos sobre el tema en el país, además de generar registros puntuales y no reportados para el departamento del Chocó sobre una playa no estudiada previamente y así contar con información para la toma de decisiones en el desarrollo e implementación de planes de manejo para recuperar estas poblaciones de tortugas marinas junto a la comunidad local del corregimiento de Coquí.

6 **Objetivos**

6.1. Objetivo General

Caracterizar el comportamiento de las hembras anidantes y neonatos de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) durante una temporada (agosto a noviembre del 2018) con relación a la dinámica de los factores abióticos presentes en la playa Coquí, Chocó, Pacífico colombiano.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar los patrones comportamentales que presentan las hembras de *L. olivacea* durante la anidación y los neonatos durante la emergencia (salida a la superficie de la playa hasta el ingreso al mar) en la playa Coquí.
- Analizar la relación entre las categorías comportamentales de las hembras anidantes de *L. olivacea* y los factores abióticos presentes en la playa Coquí.
- Estimar la relación entre los factores abióticos de la playa Coquí y el comportamiento de los neonatos de *L. olivacea* durante el periodo de emergencia (salida a la superficie de la playa hasta el ingreso al mar).

7 Métodos

7.1. Área de estudio

La playa Coquí (05° 36' 36.9'' N – 77° 22' 01.1'' O y 05° 37' 46.6'' N – 77° 20' 09.6'' O) se encuentra ubicada en el corregimiento de Coquí, municipio de Nuquí del departamento del Chocó, Colombia (Figura 3). Cuenta con una extensión de 4,71 km, limitando por el norte con el corregimiento de Panguí, Punta Chiqui y el golfo de Tribugá, y por el sur con el río Coquí, el corregimiento de Joví y Punta de Arusí (Concejo Municipal de Gestión del Riesgo de Nuquí, 2012). Esta playa cuenta con dos cuerpos de agua: la quebrada Boca Vieja, cercana al límite norte de la playa (desembocadura del estero de Coquí) y el río Coquí, en el límite sur de la playa. El caserío principal se sitúa en el extremo sur, cercano a la boca del río Coquí. La temperatura promedio anual es de 26 °C y la precipitación media de 6026 mm, según el IIAP (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico).

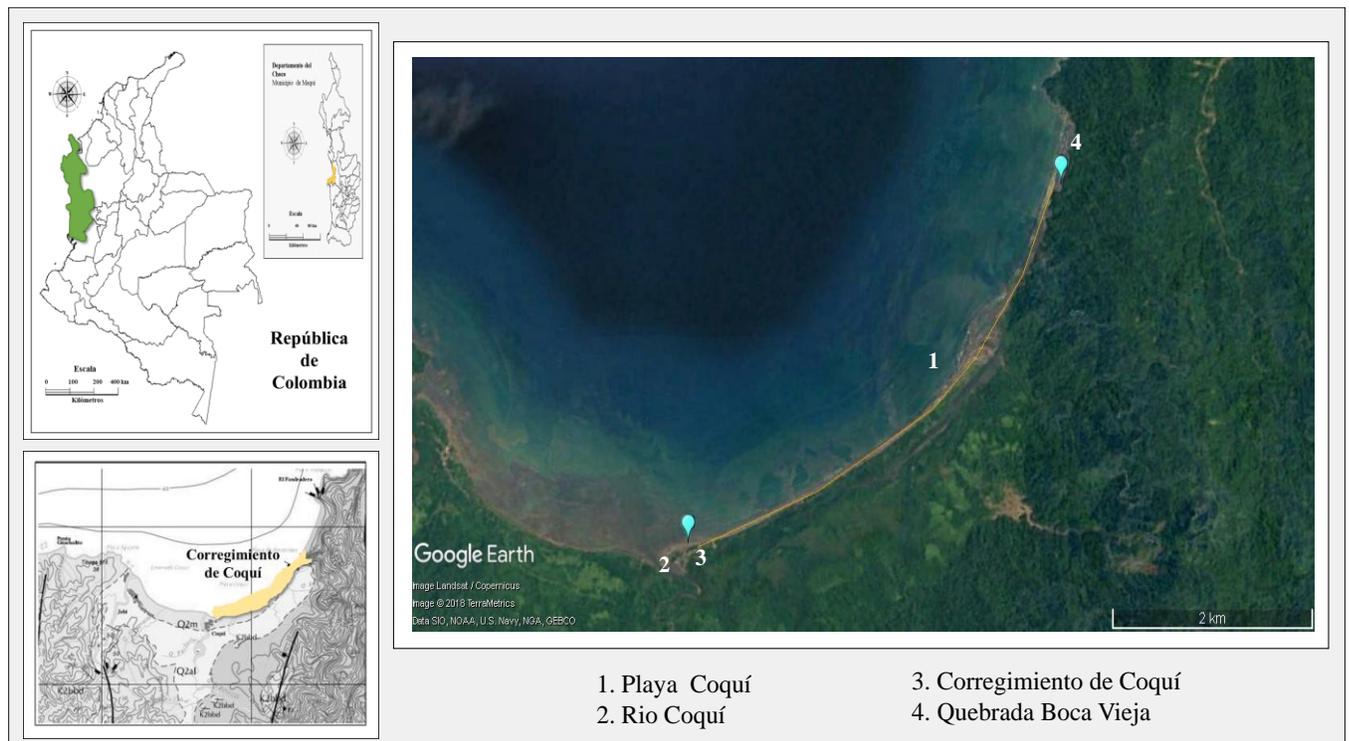


Figura 3 Ubicación geográfica de la playa Coquí, Nuquí, en el departamento del Chocó, Colombia.
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps© (2018) (Imagen Landsat/Copernicus).

La playa Coquí hace parte de un conjunto de 11 playas de importante atractivo turístico del municipio de Nuquí, y es considerada como un litoral arenoso muy limpio (Ceballos, 2003), puesto que sólo hay troncos varados en la zona alta y el acceso únicamente puede realizarse por vía marítima. En la playa se presentan varios estratos de bosque, donde las especies que predominan en un nivel medio-alto son la majagua (*Hibiscus sp.*), algunas plataneras, almendro (*Prunus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepum*), palmas de coco (*Cocos nucifera*) y verdolaga (*Portulacca sp.*). La fauna que accede a estas playas son algunas especies de cangrejos como *Geocarcinus quadratus* y *Ocypode sp.*, aves marino costeras, iguanas (*Iguana iguana*) y una baja presencia de mamíferos como cusumbos (*Nasua*), armadillos (*Dasypodidae*), murciélagos (*Chiroptera*), monos (*Aotidae*), zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) y tigrillos (*Leopardus tigrinus*).

La importancia de la playa radica en que se trata de uno de los sitios costeros del Pacífico colombiano más conservados, es seleccionada por diversas especies de tortugas marinas para su anidación (Invemar, 2003a) y posee poca intervención antrópica por la dificultad de acceso a esta zona, por lo que se ha generado baja o inexistente información respecto a esta playa en trabajos de monitoreo o de investigación sobre tortugas marinas (Barreto, 2011). La ocurrencia de tortugas marinas reportada localmente es común en los meses de anidación (agosto a noviembre) con presencia de especies como la tortuga golfina (*L. olivacea*) (Amarocho, et al., 2016). No obstante, en esta playa hay diferentes amenazas que alteran su supervivencia, tales como la alta depredación de sus huevos por animales domésticos, consumo de huevos y pesca incidental de hembras grávidas en trasmallos (Invemar, 2003a).

7.2. Fase de campo

7.2.1. Patrullaje para el registro de hembras anidantes

Desde el mes de agosto hasta noviembre del 2018, para la fase de campo se realizaron recorridos a lo largo de la playa de estudio (Figura 4), georreferenciando con GPS Garmin 64S los puntos donde se

localizaron hembras de *L. olivacea* por búsqueda por encuentro casual (VES, por sus siglas en inglés) (Crump y Scott, 2001), empleando el muestreo de barrido (López, 2014) con tres observadores en diferentes zonas de la playa de anidación.



Figura 4. Playa Coquí, Nuquí, en el departamento del Chocó, Colombia. Fuente: Autor.

Cada hembra encontrada fue marcada en el momento de la cobertura del nido (Broderick y Codley, 1999) con placas Monel 400 (National Band and Tag Company) (Alvarado y Murphy, 2000) en el borde posterior de sus aletas anteriores (Figura 5) (Eckert, *et al.*, 2000) para evitar su recuento (Gerodette y Taylor, 2000).



Figura 5. Marcaje de las hembras de la tortuga golfina (*L. olivacea*). Fuente: Gil, 2018.

Para el seguimiento de las hembras durante su actividad de anidación, diariamente se realizaron patrullajes nocturnos de siete horas entre las 20:00 - 03:00 horas para días con las condiciones de marea alta durante la noche; mientras que para los días donde la marea era baja de noche, se añadió una segunda jornada entre las 04:00 - 07:00 horas. Con ayuda de lámparas de haz de luz roja (Alvarado y Murphy, 2000), se empleó la técnica de registro focal continuo (Martin y Bateson, 2007) para realizar las observaciones (a una distancia de dos metros) de la tortuga anidante (Santamaría, 2014) (Figura 6), evitando la interrupción o alteración de su comportamiento por la presencia del observador (Castillo, *et al.*, 2013). El registro de las unidades comportamentales fue obtenido mediante grabaciones con cámaras de visión nocturna (Sony DCR DVD405) desde dos ángulos de enfoque para obtener un espectro de visión más detallado y amplio, adaptado de Zerda (2004).



Figura 6. Hembra de la tortuga golfina (*L. olivacea*) regresando al mar en la playa Coquí, Chocó. Fuente: Gil, 2018.

Para el catálogo comportamental, se realizaron formatos (Bustard & Greenham, 1969) que incluían una breve descripción, teniendo como base las conductas comportamentales registradas de las hembras de *L. olivacea* durante el muestreo, y dichos registros se codificaron por categoría y unidad comportamental (Zerda, 2004). Cada unidad comportamental descrita fue construida basándose en

trabajos de otros autores como Hirth (1980) para asignar el nombre existente para esta. Igualmente se registró el tiempo total de la anidación con un cronómetro digital, activándolo al momento de inicio y finalización de la anidación, registrando la hora de encuentro de la hembra y de su regreso al mar (Santamaría, 2014) para realizar los análisis de duración y frecuencia de aparición de comportamientos registrados.

7.2.2. Seguimiento in situ de las nidadas y los neonatos

Para el seguimiento de los neonatos, con tres observadores se realizó la misma jornada de patrullaje empleada para las hembras anidantes, de acuerdo a las condiciones diarias de la marea. Sin embargo, también se realizaron jornadas diurnas de revisión y vigilancia de los nidos encontrados (Boulon, 2000), disminuyendo así variedad de amenazas a estos. Igualmente se georreferenciaron los puntos donde se localizaron nidos y rastros de *L. olivacea* con GPS Garmin 64S, y se tomó registro de la fecha y la hora de la ovoposición de cada hembra o de encuentro de los rastros de *L. olivacea* (para la búsqueda de un posible nido).

Para el monitoreo de los neonatos, por nido se asignó un rango aproximado de 47 ± 13 días posterior a la anidación, donde cada uno fue revisado excavando superficialmente hasta encontrar el primer huevo y observar signos de posible eclosión. Si habían iniciado a la eclosión, se cubrían con arena nuevamente y se realizaba seguimiento constante hasta que el nido eclosionara completamente, con revisiones del nido dos veces al día entre las 19:00 y las 23:00 horas, y entre las 4:00 y las 7:00 horas. Por el contrario, si no presentaba signos de eclosión, entonces se cubrían con arena y se continuaba con el seguimiento.

Al encontrar los neonatos emergiendo (Figura 7), se empleaba la técnica de registro focal continuo (Martin & Bateson, 2007) para que cada uno de los 3 observadores siguiera un individuo hasta que ingresara al mar, y así sucesivamente con todos los neonatos emergentes para realizar las observaciones y registros audiovisuales de estos. Los registros fueron realizados a una distancia de dos metros

(Santamaría, 2014) para evitar la interrupción o alteración de su comportamiento hasta su ingreso al mar (Castillo, *et al.*, 2013).

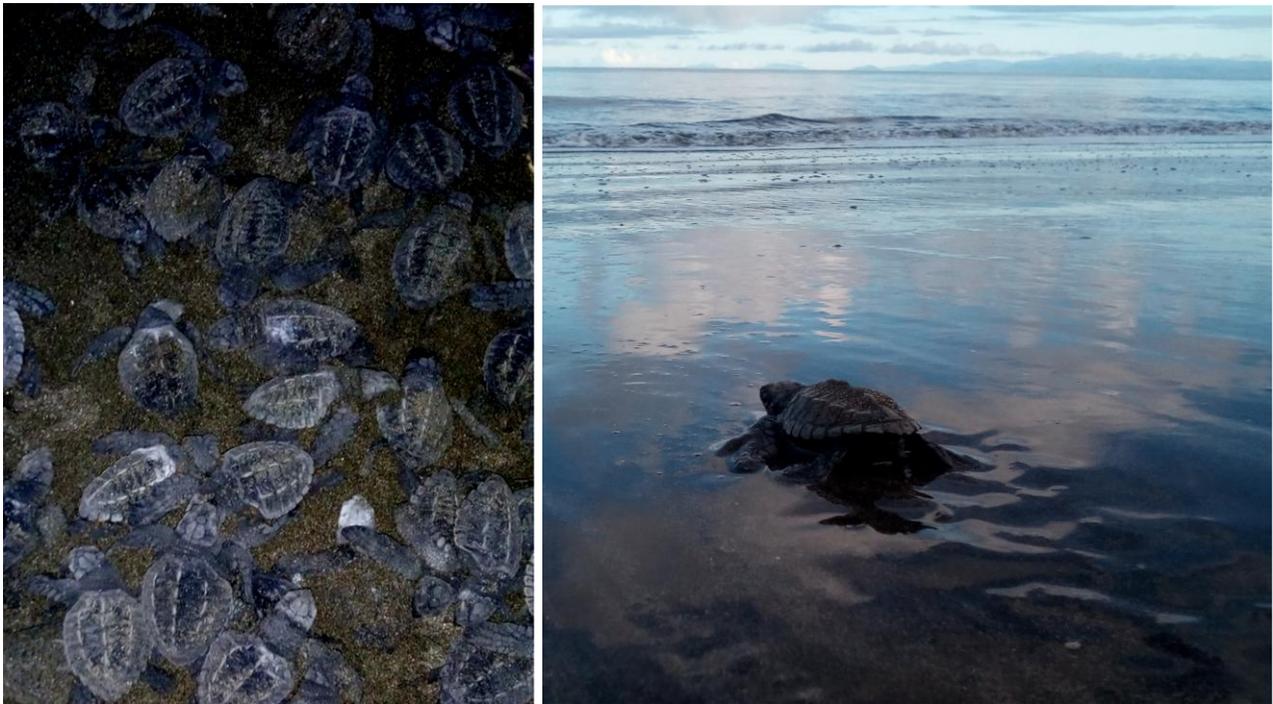


Figura 7. Neonatos emergentes de la tortuga golfina (*L. olivacea*) en la playa Coquí, Chocó. Fuente: Autor.

El registro de las unidades comportamentales fue obtenido mediante grabaciones con cámaras de visión nocturna (Sony DCR DVD405) desde dos ángulos de enfoque para obtener un espectro de visión más detallado y claro de los neonatos durante su emergencia del nido hasta que finaliza su trayectoria al mar, adaptado de Zerda (2004). Estos datos fueron agrupados de la siguiente forma: registros de los neonatos emergentes individualmente, y de los neonatos emergentes congregados por los nidos donde cada conjunto de individuos eclosionó. Se tomó registro de cada categoría y unidad comportamental evidenciada durante el muestreo para la elaboración del catálogo comportamental y los análisis de duración y frecuencia de aparición de comportamientos (Bustard & Greenham, 1969). Estas fueron anotadas en formatos con su respectivo código y una breve descripción (Zerda, 2004) y verificadas en trabajos de otros autores como Alvarado y Murphy (2000) para asignar el nombre existente para estas.

7.3. Factores abióticos de la playa de anidación

En la fase de campo, la dinámica de la playa Coquí fue cambiando progresivamente durante el paso de los meses de muestreo del trabajo, generando diferentes sitios disponibles para la anidación de *L. olivacea* de la temporada del 2018. Por lo tanto, se evaluó el efecto de algunos factores abióticos evidenciados con el comportamiento exhibido por las hembras anidantes y los neonatos de *L. olivacea*, principalmente teniendo en cuenta las condiciones ambientales y características observadas en la playa Coquí durante los muestreos nocturnos y el seguimiento diurno de las nidadas.

7.3.1. Características físicas

Se determinaron las alturas de los regímenes de marea (pleamares y bajamares en metros) con tablas elaboradas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (Figura 8).

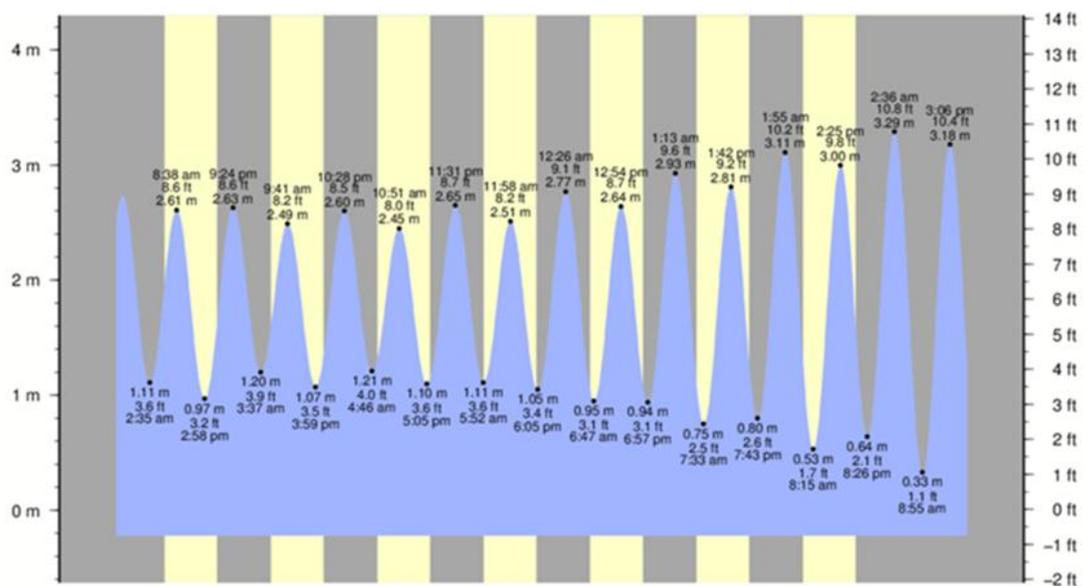


Figura 8. Tábula de horarios y alturas de mareas para Coquí, Chocó.
Obtenido de: surf-forecast.com

También se registró el porcentaje de cobertura vegetal de cada nido empleando la aplicación Canopeo (Oklahoma State University), y la distancia del nido al mar, medido desde la boca de la cámara de incubación hasta el mar. Por último, se estimó la pendiente (inclinación) de la zona donde estaba ubicado cada uno de los nidos (Figura 9) a partir del cálculo de la tangente de las medidas de la longitud de la

recta trazada desde el punto más alto a la línea de marea alta hasta la perpendicular (*a*), y de la altura de la playa (*b*) (Azanza, 2009), empleando un decámetro.

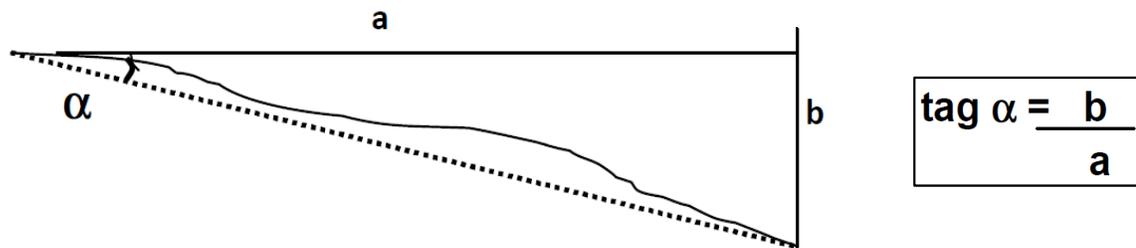


Figura 9. Puntos de medición y cálculo de la pendiente media de la playa (Azanza, 2009) (*a* se refiere a la longitud de la recta desde el punto más alto de la línea de la marea alta hasta la perpendicular y *b* se define como la altura de la playa).

7.3.2. Condiciones ambientales

Para el reporte continuo de la variación temporal térmica del ambiente donde se encontraban las nidadas de *L. olivacea*, se tomaron datos diarios de la precipitación (mm) con un pluviómetro Fergon, y la temperatura ambiental y la humedad relativa ambiental fueron registradas por una estación meteorológica THR (Trazado: 10799463), ubicada en Boca Vieja.

También se registró la fase lunar (de acuerdo al porcentaje de visibilidad de la Luna) mediante el programa Stellarium 0.18.1, y la condición climática en el momento de encontrar la tortuga marina diferenciado en las categorías: despejado (D), nublado (N), seminublado (SN) y lluvia (LL) (Fundación Coriacea, 2008).

7.4. Análisis estadístico

7.4.1. Comportamiento

Con el objetivo de analizar el material audiovisual obtenido, se empleó el programa JWatcher para determinar la duración y frecuencia de aparición de cada unidad comportamental registrada durante la toma de datos (Zerda, 2004), y para identificar las relaciones entre los comportamientos y la secuencia de aparición de los mismos (Andersen, 1990).

Para determinar si la cantidad de comportamientos registrados es suficiente para su análisis, se estimó la cobertura de muestra (cantidad de comportamientos) a partir de la probabilidad de aparición de un nuevo comportamiento (Zerda, 2004) con la siguiente fórmula, donde si θ se aproxima al valor de 1, la probabilidad de encontrar un nuevo comportamiento es considerada baja (Lehner, 1979):

$$\theta = 1 - \frac{\text{No. comportamientos registrados solo una vez}}{\text{No. total de comportamientos registrados}}$$

Es importante tener en cuenta que el análisis y soporte estadístico se realizó a nivel de las categorías comportamentales registradas tanto para las hembras anidantes como para los neonatos de *L. olivacea*.

Se realizaron pruebas de homogeneidad y normalidad de Shapiro-Wilk de los datos obtenidos para las duraciones de las categorías comportamentales exhibidas por los individuos de *L. olivacea* y los factores abióticos presentes en la playa Coquí, empleando el paquete estadístico IBM SPSS (Andersen, 1990). Se tuvo en cuenta, que si los datos cumplen con los supuestos de las pruebas aplicadas se determina realizar análisis de varianza (ANOVA) y de no ser así, se emplea un análisis no paramétrico (Test de Kruskal-Wallis) para poder determinar el valor de significancia y dependencia de medias de aparición (Sandoval J., 2017) para cada una de las categorías comportamentales y los factores abióticos registrados, con un $\alpha = 0.05$, siguiendo la metodología propuesta por Andersen (1990).

7.4.2. Análisis de los factores abióticos evaluados

Los análisis estadísticos fueron aplicados para tres conjuntos de datos: registros de las hembras anidantes, los neonatos emergentes individualmente, y neonatos emergentes agrupados por los nidos donde eclosionaron.

Para determinar las posibles relaciones y el nivel de concordancia entre los valores de las duraciones de las categorías comportamentales con los factores abióticos presentes en la playa Coquí, se realizaron correlaciones de Pearson y Spearman en el software estadístico JMP ver. 10 (SAS Institute, Cary,

Carolina del Norte, EUA), dependiendo de si los datos obtenidos cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad.

También se empleó un análisis multivariado de correspondencias canónicas (ACC) con el software R ver. 3.5.1, para obtener el grado de dependencia y determinar la magnitud y dirección de las posibles relaciones que pueden existir entre los factores abióticos presentes en la playa Coquí y las duraciones de cada una de las categorías comportamentales registradas para las hembras anidantes y los neonatos de *L. olivacea*, evaluados como individuo y por nido eclosionado.

8 Resultados

8.1. Repertorio comportamental

Se obtuvo un total de 271 registros audiovisuales de comportamiento, divididos en 13 registros de hembras durante su anidación y 258 registros de los neonatos de *L. olivacea* desde que emergen a la superficie de la playa (que corresponden a ocho nidos eclosionados durante el tiempo de muestreo), para un total de 4709,51 minutos grabados posterior a catorce semanas de observación y 119,50 horas de muestreo. En cuanto a la ecuación de cobertura de muestra por Lehner (1979), los resultados indicaron un muestreo óptimo de 0.96 (96%), demostrando que la probabilidad de encontrar un nuevo comportamiento es de 0,04 (4%) aproximadamente y que el catálogo comportamental obtenido representó la mayoría de los comportamientos posibles a ser exhibidos por los individuos (hembras y neonatos) de *L. olivacea*, registrados mediante el método de muestreo focal continuo.

Para las hembras, de los registros audiovisuales se identificaron un total de 31 unidades representadas en el catálogo comportamental (Tabla 3), diferenciadas en ocho categorías comportamentales de anidación: Emergencia, Acomodación, Excavación, Oviposición, Cobertura, Camuflaje, Regreso, y Otros Comportamientos. Esta última se refiere a las conductas que exhibían durante la anidación que no participan en la construcción y/o protección del nido, sino que son conductas de mantención de las hembras de *L. olivacea* durante el tiempo que invierten en la playa de anidación.

Tabla 3. Catálogo comportamental obtenido de la anidación de las hembras de la tortuga golfina (*L. olivacea*) en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

| Categoría | Código | Unidad | Descripción |
|------------------|---------------|---------------------|--|
| Emergencia (E) | M | Emersión | La hembra sale del mar, dirigiéndose a la playa con ayuda del oleaje |
| | CA | Caminata ascendente | La hembra se desplaza para ascender a la playa, impulsada por todas sus aletas |
| Acomodación (A) | E | Exploración | La hembra realiza una inspección inmóvil del sitio de la playa seleccionado |

| | | | |
|-----------------|----|-------------------------|--|
| | C | Caracoleo | La hembra da vueltas por la playa, sin intenciones de anidar |
| | P | Preparación | La hembra prepara el sitio del nido mediante movimientos de barrido de arena con sus aletas anteriores y posteriores |
| | T | Construcción de cama | Con movimientos acelerados de todas sus aletas, la hembra levanta arena superficialmente, construyendo la cama con suficiente espacio para la cavidad corporal |
| Excavación (X) | V | Cavar | La hembra excava en la arena con sus aletas posteriores alternándolas |
| | VE | Verificación | La hembra se inclina repetidamente dentro del hoyo, apoyada en sus aletas anteriores para comprobar la profundidad de la cámara de incubación |
| Oviposición (O) | B | Braceo | La hembra mueve sus aletas anteriores hacia su cabeza, abanicándolas sucesivamente |
| | D | Desove | La hembra deposita continuamente los huevos por la cloaca al interior de la cámara de incubación |
| | EA | Estiramiento de aletas | Durante la deposición de los huevos, la hembra estira completamente sus aletas posteriores sobre la boca de la cámara de incubación |
| | A | Apoyo con aletas | La hembra apoya con fuerza sus aletas anteriores en la arena |
| Cobertura (C) | S | Salida | Con ayuda de sus aletas anteriores, la hembra se desplaza rápidamente fuera del nido |
| | W | Barrido | La hembra mueve sus aletas posteriores repetitivamente, levantando y lanzando arena al interior del nido |
| | L | Levantamiento | La hembra levanta su caparazón de la arena, apoyándose en todas sus aletas |
| | O | Compactación con cuerpo | La hembra balancea su cuerpo de izquierda a derecha, golpeando fuertemente la arena con el margen de su caparazón |
| | Y | Apoyo con cabeza | La hembra apoya con fuerza su cabeza contra la arena |
| | N | Compactación con aletas | La hembra levanta sus aletas anteriores y golpea fuertemente la arena para compactarla |
| | J | Balanceo de cola | La hembra levanta su cola y oscila lentamente sobre la arena |

| | | | |
|----------------------------|----|----------------------------|---|
| Camuflaje (CA) | Z | Cobertura de cama | La hembra cubre la cama, moviendo aceleradamente las aletas anteriores para levantar arena cercana al nido |
| | F | Camuflaje con compactación | La hembra disfraza el sitio del nido mediante movimientos de barrido y golpeteo de la arena con todas sus aletas |
| | Q | Salida de cama | Con ayuda de todas sus aletas, la hembra gira su cuerpo en dirección al mar, desplazándose rápidamente fuera del sitio del nido |
| Regreso (R) | K | Caminata descendente | La hembra se desplaza para descender de la playa, impulsada por sus aletas con movimientos alternos |
| | I | Inmersión | La hembra sumerge desde la cabeza hasta el borde posterior del caparazón bajo la superficie del agua, alejándose de la playa |
| | H | Flotar | La hembra permanece flotando con la cabeza semi-sumergida, de modo que sitúa los orificios nasales encima del nivel del agua |
| | R | Respiración | Al ingresar al mar, la hembra levanta su cabeza fuera del agua para respirar |
| Otros Comportamientos (OC) | U | Balanceo de cabeza | La hembra levanta su cabeza de la arena discontinuamente, orientada hacia arriba |
| | G | Bombeo gular | La hembra expande su gula alternamente, en sincronía con su respiración |
| | EX | Excreción de sal | La hembra expulsa gotas saladas de sus ojos para regulación del balance de sal |
| | RC | Retracción de cabeza | La hembra retrae lentamente su cabeza hacia su escudo nuchal |
| | X | Extensión | La hembra extiende completamente su cuello |

Para los neonatos, desde que se encuentran en la superficie de la playa (durante la emergencia desde la cámara de incubación hasta su ingreso al mar), denominado como *proceso de impronta del hábitat o tiempo de rastreo* (Burger & Gochfeld, 2014), de los registros audiovisuales se identificaron un total de 22 unidades representadas en el catálogo comportamental (Tabla 4), diferenciadas en cinco categorías comportamentales: Frenesí de grupo, Exploración, Locomoción, Ingreso al mar, y Otros Comportamientos. Esta última se refiere a las conductas de mantención observadas en los neonatos de *L. olivacea* durante el proceso de impronta en la playa, posterior a la emergencia de la cámara de incubación.

Tabla 4. Catálogo comportamental obtenido de los neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*) en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

| Categoría | Código | Unidad | Descripción |
|-------------------------|---------------|-----------------------------|---|
| Frenesí de grupo (F) | A | Agrupación | El neonato reptá rápidamente hacia otros en búsqueda de orientación al mar |
| | H | Choque | Al iniciar la caminata, el neonato se golpea desorientado con otros causando empujones y volcamientos |
| Exploración (E) | L | Levantamiento | El neonato levanta su caparazón de la arena, apoyándose en sus aletas anteriores |
| | I | Inspección | El neonato realiza una inspección inmóvil del sitio de la playa donde está ubicado |
| | V | Vigilancia | El neonato extiende completamente su cuello y lo mueve de lado a lado para observar |
| | Y | Apoyo de cabeza | El neonato apoya con fuerza su cabeza contra la arena |
| | O | Reposo | El neonato queda inmóvil con todas las aletas relajadas y extendidas |
| | D | Detención para observación | El neonato suspende la caminata para observar o vigilancia el entorno donde se encuentra |
| | K | Retracción de cabeza | El neonato retrae lentamente su cabeza hacia su escudo nual |
| Locomoción (L) | C | Caminata | El neonato se desplaza para descender de la playa, impulsado por sus aletas anteriores por movimientos alternos |
| | M | Remado | El neonato mueve alternadamente las aletas posteriores para impulsarse |
| | W | Desplazamiento desorientado | El neonato reptá lentamente por la arena con movimientos alternos de sus aletas, sin orientación |
| | E | Enderezamiento | Al ser volcado en el trayecto al mar, el neonato se impulsa con todas sus aletas para enderezarse |
| | S | Regreso | El neonato suspende el descenso por la playa para regresar |
| | G | Giros | El neonato realiza giros sobre su propio eje en la arena, impulsado por una de sus aletas anteriores |
| Ingreso al mar (I) | N | Inmersión | El neonato sumerge desde la cabeza hasta el borde posterior del caparazón bajo la superficie del agua |
| | P | Despliegue de aletas | El neonato despliega completamente sus aletas anteriores al ser impulsado por el oleaje |
| | F | Flotar | El neonato permanece flotando en la superficie del mar con la cabeza semi-sumergida |

| | | | |
|----------------------------------|---|--------------|--|
| | T | Aleteo | Al sentir el impulso del oleaje, el neonato mueve rápidamente sus aletas anteriores para nadar |
| | R | Respiración | Al ingresar al mar, el neonato levanta su cabeza fuera del agua para respirar |
| Otros Comportamientos (OC) | B | Bombeo gular | El neonato expande su gula alternamente, en sincronía con su respiración |
| | X | Extensión | El neonato extiende completamente su cuello |

8.2. Frecuencia de aparición y secuencias de comportamientos obtenidas

A partir de las duraciones y frecuencias obtenidas de los registros audiovisuales de las hembras anidantes y los neonatos de *L. olivacea*, se estimó el porcentaje de la frecuencia de aparición de las unidades comportamentales, teniendo en consideración que aquellas unidades con mayor número de registros se denominan como comportamientos comunes (superiores al 70%), aquellas que definían constantemente la transición de otras unidades comunes se denominan como comportamientos transitorios frecuentes (entre 69-21%), y los de menor número de registros como comportamientos raros (inferiores al 20%) (Zerda, 2004). Como resultado del cálculo del porcentaje de frecuencias de aparición en los registros de las hembras (Tabla 5), se encontró que las unidades comportamentales consideradas como comunes en la anidación son Emersión (71,28%), Exploración (70,30%), Deposición (80,45%), Compactación con cuerpo (76,92%), Barrido (84,61%), Compactación con aletas (84,61%), Cobertura de cama (84,61%), Camuflaje con compactación (84,61%), Salida de cama (84,61%), Caminata descendente (100%), e Inmersión (92,31%).

Tabla 5. Frecuencia de aparición de unidades comportamentales de las hembras anidantes de *L. olivacea* en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

| Unidades comportamentales | Comunes (%)* | Transitorios frecuentes (%)* | Raros (%)* |
|---------------------------|--------------|------------------------------|------------|
| Emersión | 71,28 | | |
| Caminata ascendente | | 46,15 | |
| Exploración | 70,30 | | |
| Retracción de cabeza | | | 23,08 |
| Caracoleo | | 30,77 | |
| Balanceo de cabeza | | 46,15 | |

| | | | |
|----------------------------|--------------|-------|-------|
| Preparación | | 46,15 | |
| Construcción de cama | | 46,15 | |
| Cavar | | 53,85 | |
| Bombeo gular | | 53,85 | |
| Verificación | | 53,85 | |
| Braceo | | 53,85 | |
| Desove | 80,45 | | |
| Excreción de sal | | 53,85 | |
| Estiramiento de aletas | | | 23,08 |
| Apoyo con aletas | | 61,54 | |
| Levantamiento | | 61,54 | |
| Compactación con cuerpo | 76,92 | | |
| Apoyo con cabeza | | 69,23 | |
| Barrido | 84,61 | | |
| Extensión | | 38,46 | |
| Compactación con aletas | 84,61 | | |
| Salida | | 51,19 | |
| Balanceo de cola | | 53,85 | |
| Cobertura de cama | 84,61 | | |
| Camuflaje con compactación | 84,61 | | |
| Salida de cama | 84,61 | | |
| Caminata descendente | 100 | | |
| Inmersión | 92,31 | | |
| Flotar | | 46,15 | |
| Respiración | | 38,46 | |

*Se consideran como Comunes >70%; Transitorios frecuentes 69-21%; y Raros <20%.

De igual forma empleando la frecuencia de aparición obtenida por los comportamientos, se obtuvo la secuencia comportamental de la anidación de las hembras de *L. olivacea* para la playa Coquí, registrada desde la emersión del mar o desde cualquier fase de la anidación en que fue encontrada en la playa. La secuencia comportamental es representada por un diagrama de transición (etograma) de las unidades comportamentales comunes evidenciadas en general para todas las hembras anidantes de *L. olivacea* muestreadas (Figura 10), que incluye la dirección de la secuencia (representada por flechas) y sus respectivos porcentajes de probabilidad de ocurrencia.

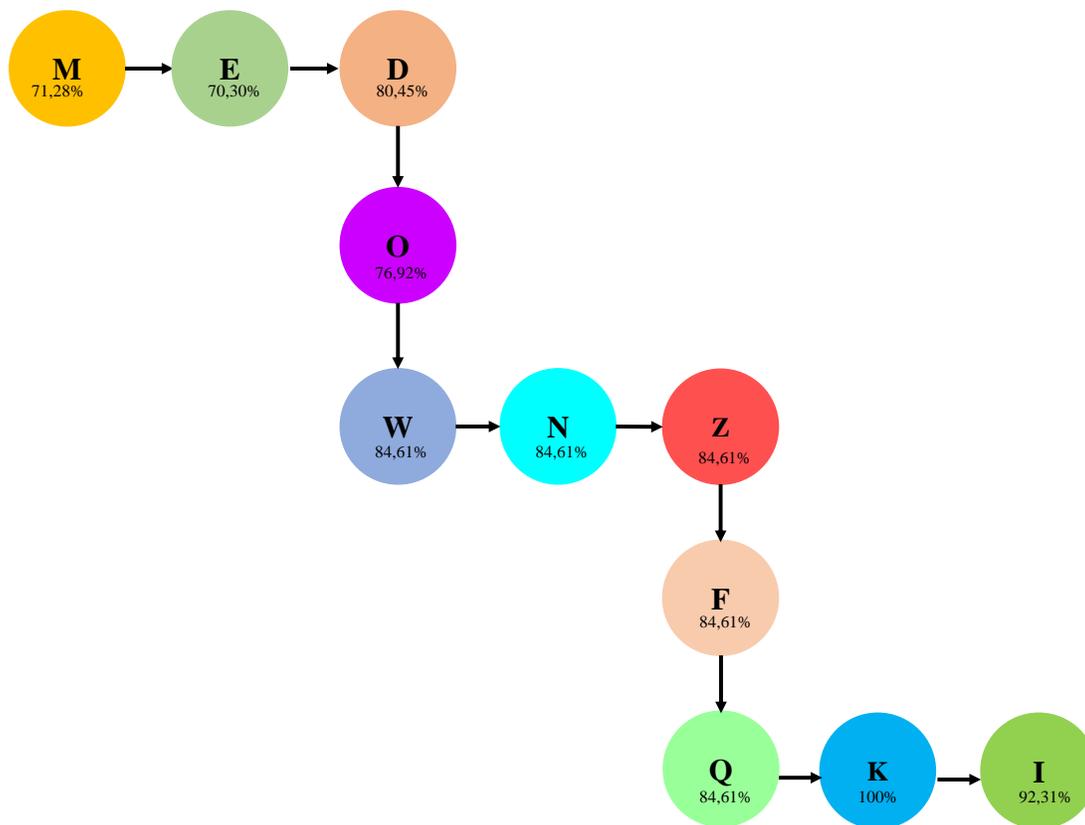


Figura 10. Etograma de unidades comportamentales comunes realizadas por las hembras de *L. olivacea* durante la anidación en la playa Coquí en la temporada del año 2018. (donde M: Emersión, E: Exploración, D: Desove, O: Compactación con cuerpo, W: Barrido, N: Compactación con aletas, Z: Cobertura de cama, F: Camuflaje con compactación, Q: Salida de cama, K: Caminata descendente, I: Inmersión).

Por otro lado, como resultados del porcentaje de las frecuencias de aparición de las unidades comportamentales de los neonatos (Tabla 6), se encontró que las consideradas como comunes en el periodo de tiempo desde la emergencia (cuando el neonato se encontraba en la superficie de la playa) hasta el ingreso al mar son Agrupación (70,93%), Reposo (70,54%), Desplazamiento desorientado (71,42%), Apoyo de cabeza (81,78%), Caminata (100%), e Inmersión (85,66%).

Tabla 6. Frecuencia de aparición de unidades comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

| Unidades comportamentales | Comunes (%)* | Transitorios frecuentes (%)* | Raros (%)* |
|----------------------------|--------------|------------------------------|------------|
| Agrupación | 70,93 | | |
| Choque | | 45,74 | |
| Reposo | 70,54 | | |
| Bombeo gular | | 47,67 | |
| Inspección | | 59,30 | |
| Detención para observación | | 53,10 | |

| | | | |
|-----------------------------|--------------|-------|-------|
| Desplazamiento desorientado | 71,42 | | |
| Vigilancia | | 55,81 | |
| Apoyo de cabeza | 81,78 | | |
| Regreso | | 53,88 | |
| Levantamiento | | 49,61 | |
| Retracción de cabeza | | | 20,93 |
| Caminata | 100 | | |
| Extensión | | | 29,84 |
| Remado | | 51,16 | |
| Giros | | 46,51 | |
| Inmersión | 85,66 | | |
| Despliegue de aletas | | 38,37 | |
| Flotar | | 57,75 | |
| Enderezamiento | | | 20,16 |
| Aleteo | | 49,22 | |
| Respiración | | 62,40 | |

*Se consideran como Comunes >70%; Transitorios frecuentes 69-21%; y Raros <20%.

Además, a partir de la frecuencia de aparición, se obtuvo la secuencia comportamental del trayecto hacia el mar de los neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*) para la playa Coquí (Figura 11), la cual inicia posteriormente a la emergencia de los neonatos de la cámara de incubación, representada por un diagrama de transición (etograma) de las unidades comportamentales comunes evidenciadas en general para los individuos muestreados.

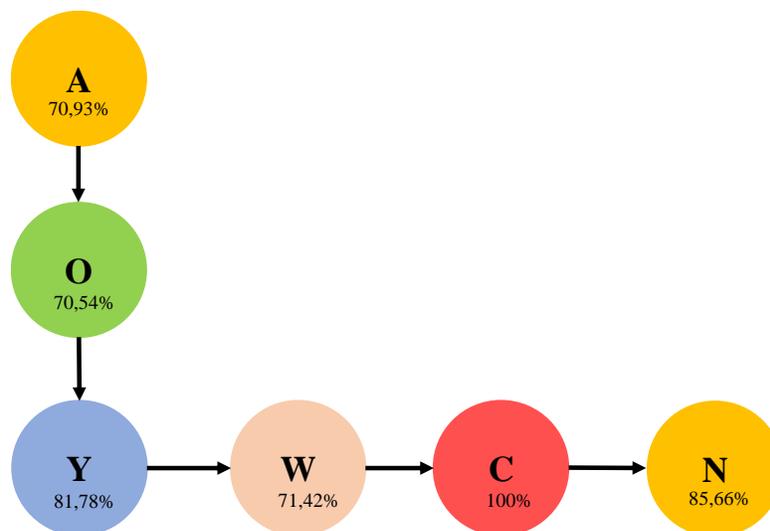


Figura 11. Etograma de unidades comportamentales comunes realizadas por neonatos de *L. olivacea* en la playa Coquí en la temporada del año 2018.

(donde A: Agrupación, O: Reposo, Y: Apoyo de cabeza, W: Desplazamiento desorientado, C: Caminata, N: Inmersión).

8.3. Duración de la anidación de las hembras de la tortuga golfina (*L. olivacea*)

Para un total de 13 hembras de la tortuga golfina (*L. olivacea*), el proceso de anidación registrado para la playa Coquí es de una duración media de $32,79 \pm 12,98$ minutos (Figura 12), desde la emergencia para dirigirse al sitio seleccionado para construir el nido hasta su inmersión final en el mar. Es pertinente aclarar que la tercera hembra de *L. olivacea* muestreada (T3) no es incluida en los análisis de resultados, ya que murió atrapada en un trasmallo ubicado en la zona sur de la playa Coquí antes de la anidación.

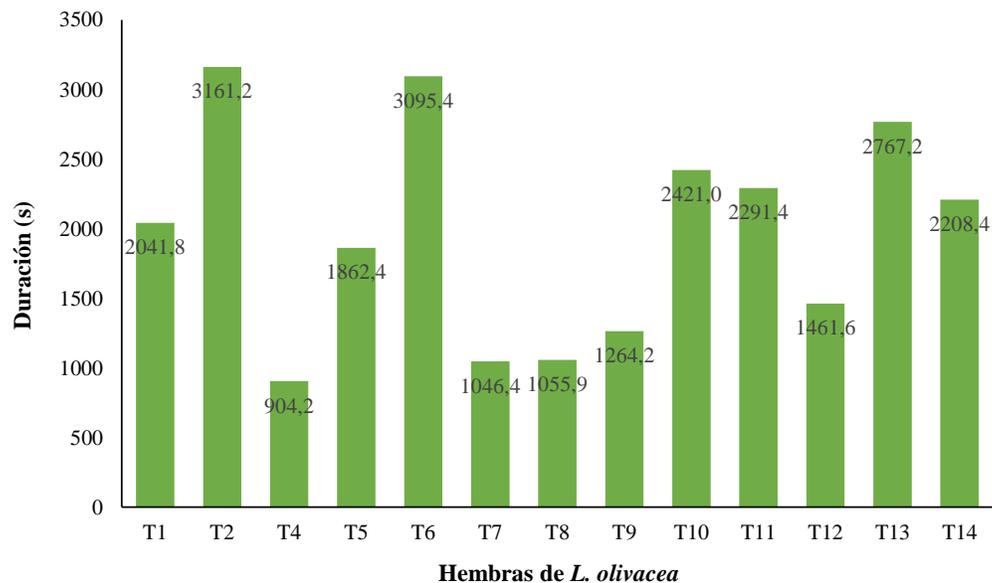


Figura 12. Duración total de anidación de las hembras de *L. olivacea* en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

8.4. Duración media del trayecto al mar de los neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*)

Para un total de 258 neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*) pertenecientes a ocho nidos eclosionados durante la temporada del año 2018, el proceso de impronta del hábitat o tiempo de rastreo (Burger & Gochfeld, 2014) registrado para la playa Coquí tiene una duración media de $16,6 \pm 4,35$ minutos (Figura 13), desde la emergencia de la cámara de incubación (cuando se encuentran ya en la superficie de la playa) hasta desaparecer en el mar.

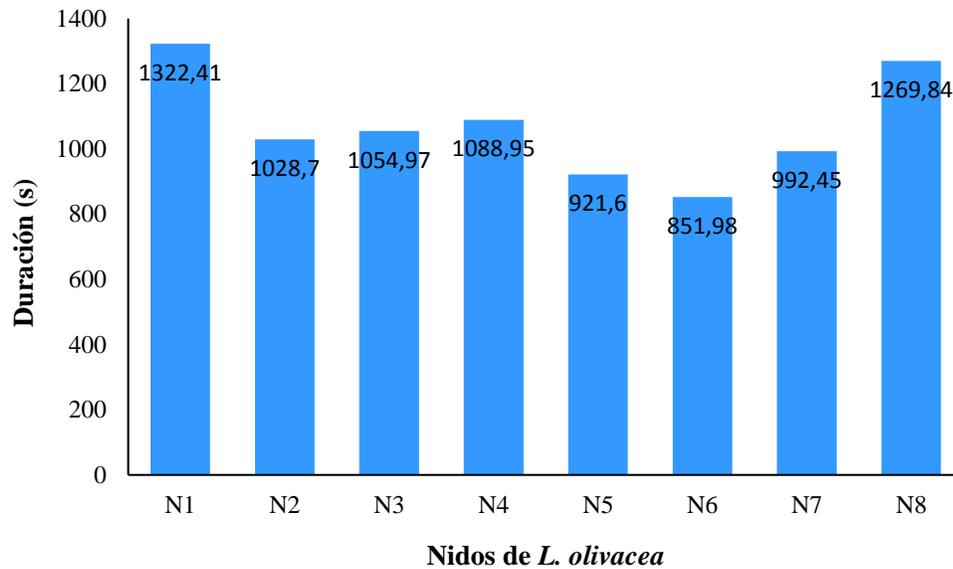


Figura 13. Duración total por nido del trayecto al mar de neonatos de *L. olivacea* en la playa Coquí durante la temporada del año 2018.

8.5. Pruebas estadísticas

Las pruebas de normalidad indicaron que los datos cumplieron una distribución normal para las hembras anidantes y los nidos eclosionados de *L. olivacea* ($p \leq 0,05$), mientras que para los datos de los neonatos de *L. olivacea* no se cumple el supuesto de normalidad ($p \geq 0,05$).

Por otro lado, se mostraron que los datos comportamentales tanto de hembras anidantes como de los nidos eclosionados de *L. olivacea* presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,01$) en los análisis de varianza (ANOVA). No obstante, para los datos comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* fue necesario emplear pruebas estadísticas no paramétricas, donde se encontró que en el test Kruskal-Wallis las diferencias entre algunas de las medianas de los datos de los neonatos son estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) y tienden a poseer una misma distribución para los factores abióticos presentes en la playa Coquí, Chocó.

8.6. Factores abióticos

8.6.1. Factores abióticos de la playa registrados para las hembras anidantes

A partir del registro de las características físicas y las condiciones ambientales de la playa Coquí, se encontró que durante la temporada del 2018 la temperatura ambiental en promedio durante la anidación fue de 25,25°C, donde la hembra de *L. olivacea* No. 12 anidó en la temperatura ambiental más alta registrada en el muestreo (28,17°C) (Tabla 7). Así mismo, la humedad ambiental relativa en promedio medida fue de 95,38° en esta temporada, presentando el valor más alto registrado (98,79°) durante la anidación de la hembra de *L. olivacea* No. 1.

En cuanto a la altura de la marea, se observó que esta característica física fue determinante para la selección de la zona de la playa donde las hembras de *L. olivacea* anidaban. Se presentó que un 86% de las hembras que iniciaron y completaron su anidación en la playa Coquí (Tabla 7) mostraron preferencia por las mareas altas, principalmente cuando la marea estaba creciente (denominado así en el Pacífico colombiano) para alcanzar zonas de dunas o cercanas a la línea de vegetación. Esto pudo ser evidenciado también con la distancia a la cual fue ubicado el nido de la línea de la marea, ya que en promedio las hembras de *L. olivacea* anidaron a una distancia de 5,62 m (Tabla 7), correspondiente a la zona media y de vegetación de la playa Coquí.

Debido a que la mayoría de las hembras de *L. olivacea* anidaron cerca de la línea de vegetación, se encontró que esta zona presentaba en promedio un porcentaje de cobertura vegetal de 43,6% (Tabla 7), es decir que durante la incubación los nidos permanecieron con sombra parcialmente, principalmente provista por cocales (*Cocos nucifera*) y majagua (*Hibiscus sp.*). De igual forma, como la dinámica de la marea varió semanalmente, entre puja y quiebra, también la playa Coquí presentó cambios morfológicos en cuanto a su inclinación, obteniendo una pendiente promedio de 6°38' para la anidación de las hembras de *L. olivacea* (Tabla 7).

Por último, la mayoría de las hembras de *L. olivacea* optaron por emerger en la playa Coquí para su anidación en las noches donde la Luna estaba en sus fases de cuarto creciente y cuarto menguante, con un porcentaje promedio de visibilidad lunar de 0,47% (Tabla 7), prefiriendo noches con visibilidad parcial y reducida. Además se encontró que la precipitación media registrada fue de 47,49 mm, donde usualmente las hembras de *L. olivacea* anidaron cuando la condición climática fue nublada y/o lluviosa, con precipitaciones superiores a 35 mm (Tabla 7), contribuyendo a la anidación de las hembras de *L. olivacea* en condiciones de oscuridad y poca visibilidad en la playa.

Tabla 7. Factores abióticos obtenidos de la playa Coquí durante la anidación de las hembras de *L. olivacea* en la temporada del año 2018.

| Hembra | Especie | Temperatura Ambiental (°C) | Humedad Ambiental (°) | Altura de la Marea (m) | Precipitación (mm) | Clima * | Visibilidad Lunar (%) | Distancia al Mar (m) | Cobertura Vegetal (%) | Pendiente (°) |
|--------|--------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|---------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| T1 | <i>L. olivacea</i> | 25,40 | 98,79 | 2,88 | 1,98 | SN | 0,47 | 6,48 | 0,00 | 9°08' |
| T2 | <i>L. olivacea</i> | 25,88 | 92,77 | 3,51 | 45,69 | LL | 0,37 | 4,68 | 11,27 | 9°92'62" |
| T4 | <i>L. olivacea</i> | 25,34 | 96,28 | 3,05 | 110,23 | LL | 0,4 | 9,18 | 28,60 | 7°47' |
| T5 | <i>L. olivacea</i> | 26,75 | 90,54 | 0,58 | 38,72 | N | 0,5 | 4,15 | 0,00 | 2°74' |
| T6 | <i>L. olivacea</i> | 25,27 | 94,72 | 3,75 | 35,29 | N | 0,91 | 4,68 | 51,20 | 7°82' |
| T7 | <i>L. olivacea</i> | 24,68 | 97,46 | 3,59 | 85,56 | LL | 0,76 | 4,68 | 67,50 | 6°54' |
| T8 | <i>L. olivacea</i> | 24,49 | 95,43 | 3,23 | 137,60 | LL | 0,5 | 7,2 | 2,16 | 8°10' |
| T9 | <i>L. olivacea</i> | 23,83 | 97,90 | 2,19 | 0,00 | SN | 0,17 | 6,12 | 47,80 | 6°29' |
| T10 | <i>L. olivacea</i> | 23,62 | 98,34 | 3,75 | 2,50 | D | 0,25 | 4,68 | 60,61 | 7°60' |
| T11 | <i>L. olivacea</i> | 25,19 | 96,17 | 0,34 | 29,56 | N | 0,49 | 2,88 | 56,90 | 6°92' |
| T12 | <i>L. olivacea</i> | 28,17 | 88,08 | 2,97 | 20,40 | N | 0,52 | 5,04 | 81,50 | 6°02' |
| T13 | <i>L. olivacea</i> | 23,86 | 97,43 | 2,8 | 35,29 | N | 0,25 | 3,96 | 65,10 | 5°28' |
| T14 | <i>L. olivacea</i> | 25,79 | 95,99 | 2,18 | 74,58 | LL | 0,47 | 9,36 | 94,10 | 5°04' |

*Las abreviaturas corresponden a D: Despejado, SN: Semi-nublado, N: Nublado, LL: Lluvioso.

8.6.2. Factores abióticos de la playa registrados para los neonatos

Con el registro de las características físicas y las condiciones ambientales de la playa Coquí, se encontró que para la temporada del 2018 la temperatura ambiental en promedio durante la trayectoria al

mar fue de 24,68°C, donde once neonatos de *L. olivacea*, pertenecientes al nido 4 realizaron su trayectoria al mar en la temperatura ambiental más alta registrada en el muestreo (25,72°C) (Tabla 8). Así mismo, la humedad ambiental relativa en promedio medida fue de 97,23° en esta temporada, presentando el valor más alto registrado (95,45°) durante la trayectoria al mar de 67 neonatos de *L. olivacea*, pertenecientes al nido 7. Además se encontró que la precipitación media registrada fue de 24,36 mm, donde usualmente los neonatos de *L. olivacea* se desplazaron hacia el mar cuando la condición climática fue nublada, pero con precipitaciones bajas oscilantes a los 23 mm (Tabla 8), permitiendo que la trayectoria al mar no se viera interrumpida por pequeñas inundaciones de cavidades en la arena.

En cuanto a la altura de la marea, se observó que esta característica física contribuyó significativamente al ingreso de los neonatos de *L. olivacea* al mar, ya que con el impulso del oleaje su inmersión era facilitada para alejarse prontamente de la playa natal. Se presentó que un 68% de los neonatos que emergieron y llegaron al mar en la playa Coquí (Tabla 8) mostraron preferencia por las mareas altas, principalmente a las primeras horas del día y cuando la marea estaba vaciante (denominado así en el Pacífico colombiano) para ser transportadas rápidamente por el oleaje posterior a emerger de la cámara de incubación. Otro de los factores que contribuyó al ingreso al mar de los neonatos fue la cobertura vegetal, ya que se encontró que para la emergencia y exploración de los individuos en la playa Coquí en promedio hubo poca sombra, con un porcentaje de cobertura vegetal de 33,83% (Tabla 8), es decir que a medida que amanecía (06:00- 07:30) la radiación solar permitió que se generara un ambiente térmico favorable para la regulación térmica de los neonatos (con temperaturas ambientales entre 23-25°C), teniendo en cuenta que son individuos ectotermos.

También pudo ser evidenciado que en promedio la distancia a la cual fue ubicado el nido de la línea de la marea fue de 8,38 m (Tabla 8), correspondiente a la zona alta o de vegetación de la playa Coquí. Sin embargo, como la dinámica de la marea varió semanalmente, entre puja y quiebra, también la playa Coquí presentó cambios morfológicos en cuanto a su inclinación, obteniendo una pendiente promedio de

6°73' para la realización de la trayectoria al mar de los neonatos de *L. olivacea* (Tabla 8) con el fin de que logaran completar su proceso de impronta del hábitat.

Tabla 8. Factores abióticos obtenidos de la playa Coquí durante la trayectoria al mar de las neonatos de *L. olivacea* en la temporada del año 2018.

| Neonato | Especie | Temperatura Ambiental (°C) | Humedad Ambiental (°) | Altura de la Marea (m) | Precipitación (mL) | Condición climática* | Distancia al Mar (m) | Cobertura Vegetal (%) | Pendiente (°) |
|---------|--------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| N1 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N2 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N3 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N4 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N5 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N6 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N7 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N8 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N9 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N10 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N11 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N12 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N13 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N14 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N15 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N16 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N17 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N18 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N19 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N20 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N21 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N22 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N23 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N24 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N25 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N26 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N27 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N28 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N29 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N30 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N31 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N32 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N33 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N34 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |

| | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|-------|-------|------|-------|----|------|-------|-----------|
| N35 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N36 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N37 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N38 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N39 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N40 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N41 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N42 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N43 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N44 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N45 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N46 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N47 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N48 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N49 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N50 | <i>L. olivacea</i> | 25,15 | 97,84 | 3,09 | 10,51 | N | 9 | 20,15 | 2°54'48" |
| N51 | <i>L. olivacea</i> | 25,31 | 96,34 | 0,09 | 4,89 | D | 5,76 | 1,75 | 10°92'62" |
| N52 | <i>L. olivacea</i> | 25,31 | 96,34 | 0,09 | 4,89 | D | 5,76 | 1,75 | 10°92'62" |
| N53 | <i>L. olivacea</i> | 25,35 | 96,51 | 1,48 | 7,91 | SN | 7,56 | 18,02 | 8°67' |
| N54 | <i>L. olivacea</i> | 25,35 | 96,51 | 1,48 | 7,91 | SN | 7,56 | 18,02 | 8°67' |
| N55 | <i>L. olivacea</i> | 25,35 | 96,51 | 1,48 | 7,91 | SN | 7,56 | 18,02 | 8°67' |
| N56 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 38,72 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N57 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N58 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N59 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N60 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N61 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N62 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N63 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N64 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N65 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N66 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N67 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N68 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N69 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N70 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N71 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N72 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N73 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N74 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N75 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N76 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N77 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-------|----|------|-------|----------|
| N78 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N79 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N80 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N81 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N82 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N83 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N84 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N85 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N86 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N87 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N88 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N89 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N90 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N91 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N92 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N93 | <i>L. olivacea</i> | 25,45 | 98,09 | 3,41 | 35,70 | N | 9,36 | 20,05 | 4°42'13" |
| N94 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N95 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N96 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N97 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N98 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N99 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N100 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N101 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N102 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N103 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N104 | <i>L. olivacea</i> | 25,72 | 95,52 | 0,84 | 10,20 | SN | 8,69 | 59,3 | 5°21'36" |
| N105 | <i>L. olivacea</i> | 24,48 | 97,15 | 0,06 | 7,70 | D | 8,28 | 11,27 | 2°66' |
| N106 | <i>L. olivacea</i> | 24,48 | 97,15 | 0,06 | 7,70 | D | 8,28 | 11,27 | 2°66' |
| N107 | <i>L. olivacea</i> | 24,48 | 97,15 | 0,06 | 7,70 | D | 8,28 | 11,27 | 2°66' |
| N108 | <i>L. olivacea</i> | 24,48 | 97,15 | 0,06 | 7,70 | D | 8,28 | 11,27 | 2°66' |
| N109 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N110 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N111 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N112 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N113 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N114 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N115 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N116 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N117 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N118 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N119 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N120 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-------|---|------|------|--------|
| N121 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N122 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N123 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N124 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N125 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N126 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N127 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N128 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N129 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N130 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N131 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N132 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N133 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N134 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N135 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N136 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N137 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N138 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N139 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N140 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N141 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N142 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N143 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N144 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N145 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N146 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N147 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N148 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N149 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N150 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N151 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N152 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N153 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N154 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N155 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N156 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N157 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N158 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N159 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N160 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N161 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N162 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N163 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-------|---|------|------|--------|
| N164 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N165 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N166 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N167 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N168 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N169 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N170 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N171 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N172 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N173 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N174 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N175 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N176 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N177 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N178 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N179 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N180 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N181 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N182 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N183 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N184 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N185 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N186 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N187 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N188 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N189 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N190 | <i>L. olivacea</i> | 23,23 | 98,19 | 0,04 | 19,58 | D | 6,84 | 58,5 | 13°03' |
| N191 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N192 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N193 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N194 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N195 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N196 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N197 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N198 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N199 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N200 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N201 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N202 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N203 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N204 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N205 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N206 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-------|---|------|------|-------|
| N207 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N208 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N209 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N210 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N211 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N212 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N213 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N214 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N215 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N216 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N217 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N218 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N219 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N220 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N221 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N222 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N223 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N224 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N225 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N226 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N227 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N228 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N229 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N230 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N231 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N232 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N233 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N234 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N235 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N236 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N237 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N238 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N239 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N240 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N241 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N242 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N243 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N244 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N245 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N246 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N247 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N248 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N249 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-------|---|------|------|-------|
| N250 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N251 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N252 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N253 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N254 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N255 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N256 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N257 | <i>L. olivacea</i> | 25,46 | 95,45 | 3,09 | 38,72 | N | 9,36 | 20,8 | 4°01' |
| N258 | <i>L. olivacea</i> | 24,56 | 97,17 | 2,87 | 23,1 | N | 5,04 | 12,9 | 8°73' |

*Las abreviaturas corresponden a D: Despejado, SN: Semi-nublado, N: Nublado, LL: Lluvioso.

8.7. Relación de los factores abióticos con el comportamiento

8.7.1. Relación de factores abióticos con el comportamiento de las hembras de *L. olivacea*

Los análisis de correlación de Pearson indicaron correlaciones significativas entre algunos factores abióticos y las categorías comportamentales de las hembras anidantes de *L. olivacea*. La categoría comportamental E (Emergencia) está correlacionada positivamente con la pendiente de la playa ($p = 0.041$, $r = 0.572$). Por el contrario, se encontraron correlaciones inversas entre las categorías comportamentales X (Excavación) ($p = 0.046$, $r = -0.560$) y O (Oviposición) ($p = 0.035$, $r = -0.586$) y la precipitación. Las demás categorías comportamentales no presentaron asociaciones con los factores abióticos presentes en la playa Coquí.

Los resultados del análisis multivariado de correspondencia canónica (ACC) (Figura 14) muestran que los factores abióticos sí se encontraron relacionados con las categorías comportamentales de las hembras de *L. olivacea* durante la anidación, donde un total del 73% de la varianza acumulada en las categorías fue explicada por los dos primeros ejes, con valores de 0.556 y 0.173, respectivamente.

Como resultados obtenidos, se encontró que la categoría comportamental Regreso (R) estuvo relacionada positivamente con la temperatura ambiental y el porcentaje lunar, al corresponder al mismo eje canónico, de acuerdo a la dirección de los vectores de estos factores abióticos. Así mismo, las categorías comportamentales Otros Comportamientos (OC) y Camuflaje (CA) se relacionaron positivamente con la distancia al mar, Emersión (E) con la cobertura vegetal y la altura de la marea, y

Ovoposición (O) y Excavación (X) se relacionaron positivamente con la humedad ambiental y la pendiente de la playa. En contraste, la categoría comportamental A (Acomodación) se encontró relacionada negativamente con todos los factores abióticos evaluados en la playa Coquí en el momento de la anidación (Figura 14).

En cuanto al análisis por individuo, se observa que la mayoría de las hembras anidantes de *L. olivacea* se encontraron ubicadas en el lado positivo del eje CCA 1, es decir que se relacionaron positivamente con la humedad ambiental, la altura de la marea, la precipitación, la distancia al mar, la cobertura vegetal, y la pendiente; mientras que en el CCA 2 no se presentan relaciones de gran magnitud como en el eje CCA 1. Por otro lado, se presentó que tres hembras de *L. olivacea* se separaron del patrón presentado anteriormente (T5, T6 y T13), con relaciones positivas con la temperatura ambiental y el porcentaje lunar.

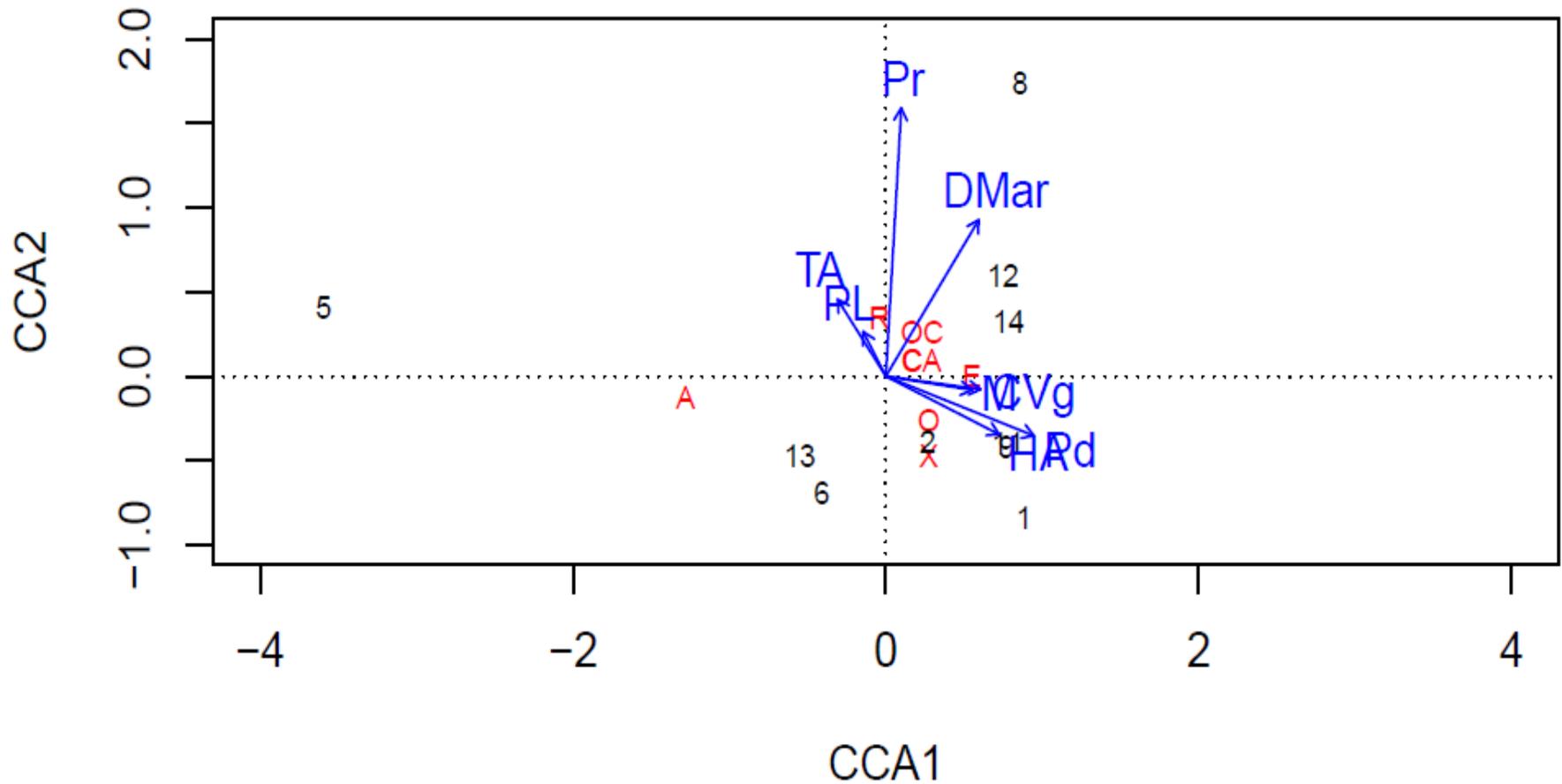


Figura 14. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (ACC) de las relaciones entre las categorías comportamentales* y los factores abióticos** por hembra anidante de *L. olivacea*.

*donde E: Emergencia, A: Acomodación, X: Excavación, O: Oviposición, C: Cobertura, CA: Camuflaje, R: Regreso, OC: Otros Comportamientos.

**donde TA: Temperatura ambiental, HA: Humedad ambiental, M: Altura de la marea, Pr: Precipitación, PL: Porcentaje lunar, DMar: Distancia al mar, CVg: Cobertura vegetal, Pd: Pendiente.

8.7.2. Relación de los factores abióticos con el comportamiento de los neonatos de *L. olivacea*

Los análisis de correlación de Spearman indicaron correlaciones significativas entre los factores abióticos y las categorías comportamentales de los neonatos de *L. olivacea*. Se muestra que las categorías comportamentales como OC (Otros Comportamientos) ($p = 0.035$, $r = 0.13$), F (Frenesí de grupo) ($p = 0.001$, $r = 0.206$), E (Exploración) ($p = 0,000$, $r = 0.36$), L (Locomoción) ($p = 0.000$, $r = 0.28$) e I (Ingreso al mar) ($p = 0.039$, $r = 0.13$) presentaron una correlación positiva con la altura de la marea. También las categorías comportamentales E (Exploración) ($p = 0,000$, $r = 0.23$) e I (Ingreso al mar) ($p = 0.000$, $r = 0.23$) presentaban una correlación positiva con la temperatura. Además las categorías comportamentales F (Frenesí de grupo) ($p = 0.001$, $r = 0.21$), E (Exploración) ($p = 0.000$, $r = 0.22$) e I (Ingreso al mar) ($p = 0.014$, $r = 0.15$) presentaron una correlación positiva con la distancia al mar.

Por el contrario, se encontraron correlaciones inversas entre las categorías comportamentales F (Frenesí de grupo) ($p = 0.00$, $r = -0.31$), E (Exploración) ($p = 0.000$, $r = -0.25$), L (Locomoción) ($p = 0.030$, $r = -0.13$) e I (Ingreso al mar) ($p = 0.000$, $r = -0.24$) y la humedad. Igualmente las categorías comportamentales E (Exploración) ($p = 0.014$, $r = -0.15$) y L (Locomoción) ($p = 0.000$, $r = -0.34$) estaban correlacionadas inversamente con la precipitación. De la misma manera, las categorías comportamentales F (Frenesí de grupo) ($p = 0.000$, $r = -0.22$), E (Exploración) ($p = 0.000$, $r = -0.36$) y L (Locomoción) ($p = 0.000$, $r = -0.37$) estaban correlacionadas inversamente con la cobertura vegetal. Por último, las categorías comportamentales F (Frenesí de grupo) ($p = 0.000$, $r = -0.55$), E (Exploración) ($p = 0.000$, $r = -0.43$), L (Locomoción) ($p = 0.000$, $r = -0.49$) e I (Ingreso al mar) ($p = 0.000$, $r = -0.219$) estaban correlacionadas inversamente con la pendiente de la playa Coquí.

Para los neonatos de *L. olivacea*, los resultados del análisis de correspondencia canónica (ACC) (Figura 15) muestran que los factores abióticos presentes en la playa Coquí sí se encontraron relacionados con las categorías comportamentales exhibidas, donde un total del 94% de la varianza acumulada en las

categorías comportamentales fue explicada por los dos primeros ejes del análisis ACC, con valores de 0.80138 y 0.148563, respectivamente.

Se observa que los datos de los neonatos de *L. olivacea* fueron similares en el registro de los factores abióticos de la playa Coquí generando datos de los individuos superpuestos en ambos ejes del análisis de correspondencia canónica, esto se debe a que los neonatos que emergieron a la superficie de la playa se encontraban agrupados en ocho nidos que eclosionaron durante el tiempo de muestreo, y consecuentemente también los datos de factores abióticos se encontraron agrupados por los mismos nidos eclosionados.

En cuanto al análisis por individuo, la mayoría de los neonatos de *L. olivacea* presentaron relaciones positivas con la humedad ambiental, la cobertura vegetal y la pendiente de la playa Coquí en el eje CCA1, sin embargo también se presentaron relaciones de un porcentaje menor de individuos en el eje CCA2 con la distancia al mar, la altura de la marea y la temperatura ambiental, debido a la dirección de los vectores presentados por cada factor abiótico evaluado durante el tiempo invertido en el trayecto al mar de los neonatos registrados.

Por otro lado, se observa en el diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (Figura 15) que ninguno de los factores abióticos tuvo una relación positiva o inversa de magnitud significativa con las categorías comportamentales realizadas por los neonatos de *L. olivacea* ni con las duraciones de las mismas.

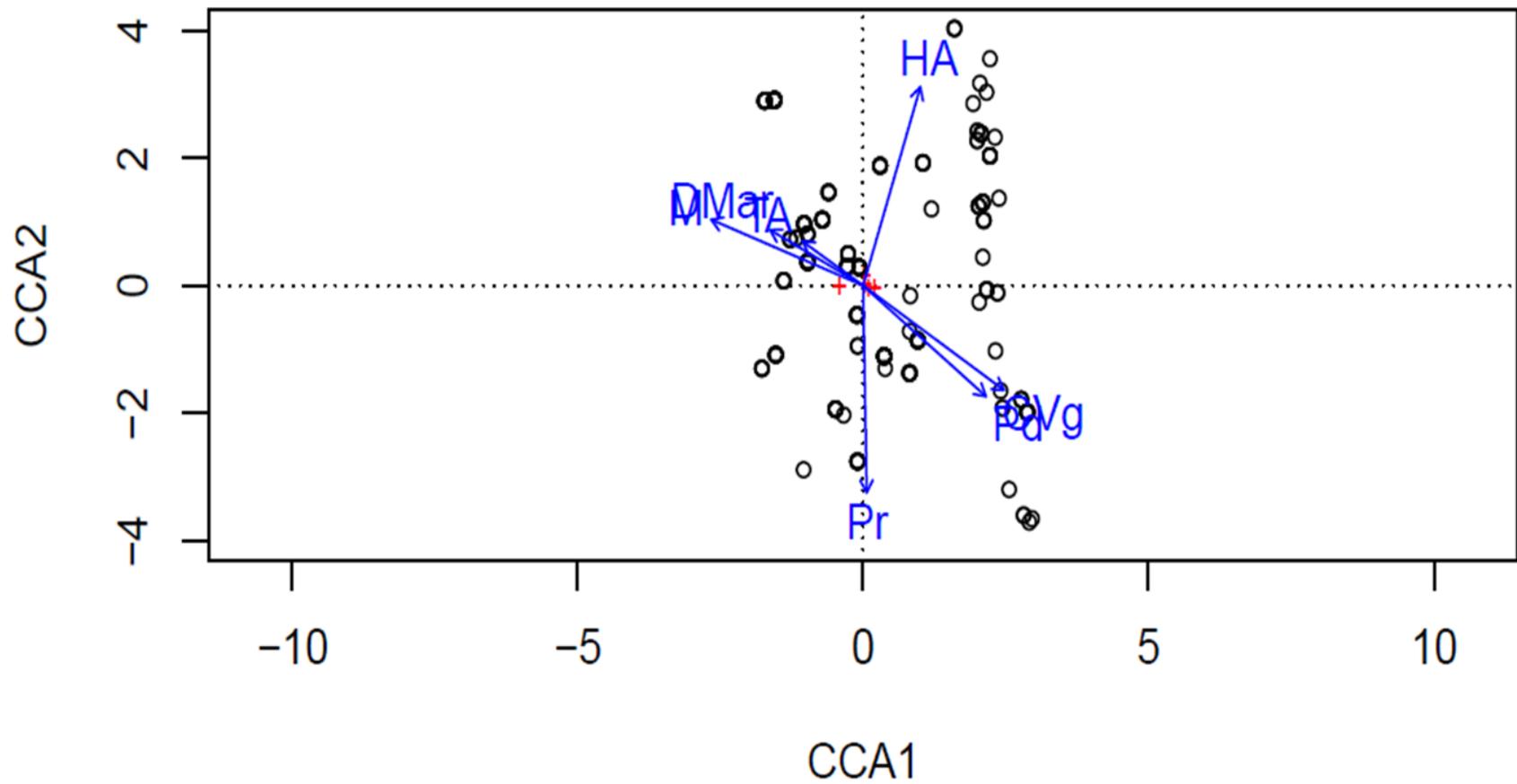


Figura 15. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (ACC) de las relaciones entre las categorías comportamentales* y los factores abióticos** por neonato de *L. olivacea*

*donde F: Frenesí de grupo, E: Exploración, L: Locomoción, I: Ingreso al mar, OC: Otros Comportamientos.

**donde TA: Temperatura ambiental, HA: Humedad ambiental, M: Altura de la marea, Pr: Precipitación, PL: Porcentaje lunar, DMar: Distancia al mar, CVg: Cobertura vegetal, Pd: Pendiente.

8.7.3. Relación de los factores abióticos con el comportamiento por nidos eclosionados de *L. olivacea*

Los análisis de correlación de Pearson indicaron una única correlación significativa entre los factores abióticos y las categorías comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* agrupados en los ocho nidos que eclosionaron durante las semanas de muestreo. Se encontró que la categoría comportamental F (Frenesí de grupo) estaba correlacionada positivamente con la marea ($p = 0.023$, $r = 0.77$). Las demás categorías comportamentales no presentaron asociaciones con los factores abióticos de la playa Coquí.

Posterior a 14 semanas de muestreo, se encontró que las categorías comportamentales que presentaron los neonatos eclosionados de ocho nidos de *L. olivacea* están relacionadas con los factores abióticos evaluados en la playa Coquí, de acuerdo a los resultados del análisis multivariado de correspondencia canónica (ACC) (Figura 16) con un total del 96% de la varianza acumulada en las categorías comportamentales explicada por los dos primeros ejes del análisis ACC, con valores de 0.838 y 0.125, respectivamente.

En el gráfico del análisis multivariado sí se observa relación entre los factores abióticos y las categorías comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* agrupados por nidos. La categoría F (Frenesí de grupo) estuvo relacionada positivamente con la altura de la marea y la precipitación, porque se corresponden en dirección de los vectores de estos factores abióticos, y en menor medida con la humedad ambiental. Por otro lado, la categoría comportamental L (Locomoción) estuvo relacionada con la distancia al mar, mientras que la categoría E (Exploración) con la pendiente de la playa y la categoría OC (Otros Comportamientos) con la cobertura vegetal y la temperatura ambiental.

En este caso, los nidos eclosionados no presentaron un patrón particular frente a los factores abióticos evaluados en la playa Coquí, pero el nido 8 estaba ubicado a mayor distancia en el eje CCA 2 de los otros (Figura 16).

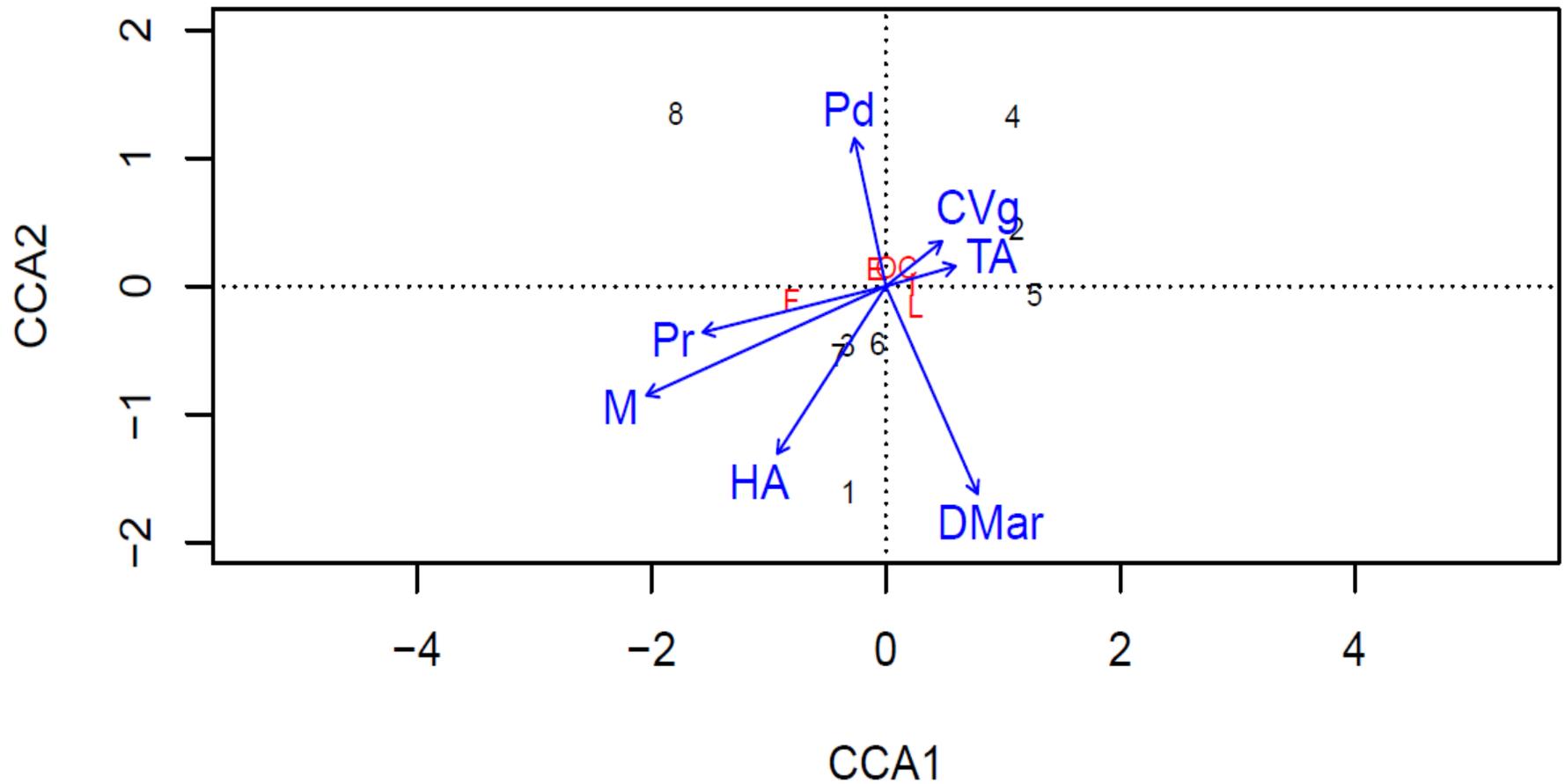


Figura 16. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (CCA) de las relaciones entre las categorías comportamentales* y los factores abióticos** de neonatos de *L. olivacea* por nido

*donde F: Frenesí de grupo, E: Exploración, L: Locomoción, I: Ingreso al mar, OC: Otros Comportamientos.

**donde TA: Temperatura ambiental, HA: Humedad ambiental, M: Altura de la marea, Pr: Precipitación, PL: Porcentaje lunar, DMar: Distancia al mar, CVg: Cobertura vegetal, Pd: Pendiente.

8.8. *Aportes generados en la comunidad de Coquí*

A partir de los patrullajes y seguimiento de la temporada de anidación de *L. olivacea* en el año 2018, se realizaron socializaciones de los objetivos a alcanzar, el método a emplear y los resultados obtenidos del proyecto con la comunidad local del corregimiento de Coquí y con el Concejo Comunitario Los Riscals. Estas se dieron con el propósito de retroalimentar a las personas asistentes a las reuniones de socialización sobre el monitoreo de las tortugas marinas realizado entre agosto y noviembre del presente año en la playa Coquí.

Igualmente se capacitó a las personas interesadas de la comunidad de Coquí (jóvenes y adultos) para participar activamente de los muestreos como auxiliares de campo. Estas colaboraron con el marcaje de las hembras, seguimiento diario y protección de depredación de las nidadas, y obtención del material audiovisual para los registros del comportamiento exhibido por las hembras y neonatos de *L. olivacea*. También se realizaron actividades lúdicas para los niños de la comunidad de Coquí sobre la importancia biológica que tienen las tortugas marinas en su playa, con el fin de conocieran la especie que anida en esta playa, sus características biológicas, reproductivas y comportamentales, y las diferentes formas en que pueden contribuir a la conservación de la especie. El objetivo de estas actividades era la apropiación del cuidado de *L. olivacea* en los dos estadios que puede ser observada en su territorio: hembras anidantes y neonatos.

Por último, la comunidad de Coquí generó como iniciativa propia jornadas de limpieza de la playa para que evitar que los procesos de anidación e impronta del hábitat de las hembras y neonatos fuese interrumpida por madera de leva y desechos plásticos que quedaban varados diariamente en la playa Coquí. Igualmente, los dueños de algunos perros del pueblo decidieron mantener en casa a sus mascotas, para disminuir la depredación de los nidos durante la noche y madrugada.

9 Discusión

9.1. Repertorio y secuencia comportamental de las hembras anidantes de *L. olivacea*

Para las hembras anidantes de *L. olivacea* se describió un total de 31 unidades comportamentales, distribuidas en ocho categorías que fueron registradas constantemente durante todo el muestreo: Emergencia, Acomodación, Excavación, Oviposición, Cobertura, Camuflaje, Regreso, y Otros Comportamientos. Esto indicó que el proceso de anidación de las hembras de *L. olivacea* en la playa Coquí está compuesto por comportamientos que se presentan con regularidad en las playas donde la anidación es de tipo solitaria o asincrónica, con poca intervención antrópica y depredación, de acuerdo a Johnson, *et al.*, (1997), favoreciendo a un mayor reclutamiento de nuevos individuos para la población. Esto concuerda con el sitio de estudio, ya que en general no es frecuentemente transitada, sólo se encontraron tres cabañas sin energía, y el pueblo de Coquí únicamente cuenta con una planta eléctrica que funciona principalmente en las horas del día, siendo de bajo impacto la iluminación artificial en esa porción de la playa Coquí, favoreciendo el requerimiento de poca iluminación en la playa para la anidación de *L. olivacea*.

Cada una de las categorías de la anidación, siguiendo la secuencia comportamental (Figura 10), cumplen con un rol importante para continuar con el ciclo reproductivo de *L. olivacea*, contribuyendo al mantenimiento de la población de esta especie (Brown, 1975). Por ejemplo, para la correcta selección del sitio de anidación, la ocurrencia de las categorías comportamentales Emergencia y Acomodación son de suma importancia ya que dependiendo de la presencia y duración de estas se puede impactar la calidad de los nidos que estarían bajo condiciones adversas para la eclosión (Bjorndal K. A., 1995) o con afectaciones en el periodo de incubación, el desarrollo embrionario y la supervivencia de la nidada para su desplazamiento al mar (Acuña, 1980). Correspondientemente, se observó que en los resultados de la frecuencia de aparición de los comportamientos de las hembras, unas de las unidades comportamentales comunes fueron Emersión (71,28%) y Exploración (70,30%), de mostrando que las hembras registradas

en la playa Coquí seleccionaban el sitio de anidación, evaluando e inspeccionando antes y durante la emersión las condiciones del lugar de la playa donde se encontraban. También James y Melero (2015) concuerdan con que el posicionamiento favorable del nido en la arena puede reducir significativamente la pérdida por inundación de la cámara de incubación y la depredación (Bjorndal, 1995), así como también aumentar el éxito de incubación y emergencia de los neonatos, influyendo en el tamaño, el crecimiento y el comportamiento de los mismos (Bjorndal & Jackson, 2003).

Por otro lado, categorías como Excavación y Ovoposición son factores determinantes para proveer las condiciones óptimas para la deposición de los huevos dentro de la cámara de incubación, teniendo en cuenta amenazas intrínsecas de la playa como la deshidratación de los huevos por el exceso de humedad, la erosión de la playa y cambios drásticos de temperatura por el efecto de las mareas y del sol, lo cual puede ocasionar la pérdida parcial o completa de la nidada (Navarro, 1999). Por ello, se observó que las hembras registradas invertían la mayor cantidad de tiempo de la anidación en las categorías Cavar, Verificación, y Desove, entre 12 a 15 minutos en total y con porcentajes de frecuencias de aparición altos (53,85%, 53,85%, y 80,45%, respectivamente) para asegurar la construcción completa del nido para la ubicación de la nidada en este.

Respectivamente, las categorías comportamentales de Cobertura y Camuflaje del nido requieren de duraciones extensas para desarrollar este proceso, puesto que según Johnson, *et al.*, (1997) al emplear menor tiempo también se deposita menor cantidad de arena sobre los huevos, aumentando la detección de señales olfativas de la nidada y atrayendo mayor cantidad e intensidad de eventos de depredación. Pese a esto, se presentó el caso donde dos de las hembras de *L. olivacea* (T7 y T8) realizaron estos comportamientos en tiempos menores a 5 minutos, dejando nidos superficiales y semi-descubiertos.

Así mismo, la categoría comportamental Regreso incluye una tasa de desplazamiento por la playa mayor que la de Emergencia, ya que en la mayoría de veces el proceso de anidación finalizó cuando las condiciones de marea eran bajas (bajamares) generando que las hembras de *L. olivacea* a menudo se

enfrentaran con la faena de rastrear por varios metros adicionales en la zona intermareal de la playa hasta su inmersión en el mar (Bustard & Greenham, 1969).

9.2. Repertorio y secuencia comportamental de los neonatos de *L. olivacea*

Para los neonatos de *L. olivacea*, el catálogo describió un total de 22 unidades comportamentales, distribuidas en cinco categorías que fueron registradas constantemente durante todo el muestreo: Frenesí de grupo, Exploración, Locomoción, Ingreso al mar, y Otros Comportamientos. Esto indica que el proceso de impronta del hábitat o tiempo de rastreo (Burger & Gochfeld, 2014) de los neonatos de *L. olivacea* en la playa Coquí exhibe una secuencia comportamental (Figura 11) innata desde la posición que mantienen al interior de la cámara de incubación, sin experiencia previa, hasta su ingreso al mar (James & Melero, 2015). Se presume que los neonatos incluso predicen en que periodos de tiempo es necesario mantenerse inactivos en la superficie del nido hasta que encuentran una temperatura adecuada para su emergencia y posterior desplazamiento en la playa, de acuerdo a Lohmann, *et al.*, (1999). En el caso de la playa Coquí, se evidenció que durante el seguimiento constante de los nidos antes de su completa eclosión, varios neonatos permanecían inactivos y juntos en la superficie del nido hasta detectar aumento de temperatura en las primeras horas del día.

Las categorías comportamentales Frenesí de grupo y Exploración se relacionan entre sí, ya que en conjunto conforman el proceso de impronta del hábitat ("imprinting"), que permite a los neonatos activar la capacidad para volver a anidar en la misma área geográfica donde se originaron (encontrar su playa natal como adultos). Las duraciones de estas categorías (6,5 minutos en promedio) proporcionaron la oportunidad a los neonatos de *L. olivacea* de efectuar la impronta sobre la playa de anidación, mediante el aprendizaje por señales olfativas y de navegación durante un período crítico específico (etapa neonatal) (James & Melero, 2015), principalmente con unidades comportamentales como Agrupación, Inspección, Vigilancia, Detención para observación, y Apoyo de cabeza en la arena.

Por otro lado, la categoría Locomoción en los neonatos de *L. olivacea* presentó unidades comportamentales como Remado, Regreso, Giros, y Desplazamiento desorientado que generaban que los neonatos tardaran más tiempo en la playa antes de ingresar al mar. Según Wyneken, *et al.*, (2007), esta categoría es muy distintiva, puesto que los neonatos de *L. olivacea* poseen un tipo de locomoción denominado como propulsión sincronizada del miembro posterior. Este tipo de locomoción determina la duración de la impronta del hábitat anclando su cabeza en la arena de su playa natal, entre 6 a 9 minutos del total del tiempo del trayecto al mar para los individuos registrados en la playa Coquí, y el de deriva inactiva posterior a ingresar en el mar, que vivirán flotando en la superficie del mar durante el forrajeo en zonas pelágicas (baja demanda energética); en contraste con los neonatos de *D. coriacea* que exhiben un movimiento lento y constante (consumo continuo de energía), adecuado para un estilo de vida oceánico-pelágico (Acuña, 1980).

Para la categoría comportamental de Ingreso al mar, los neonatos de *L. olivacea* pueden ubicar el océano desde el nido usando señales visuales (Lohmann, *et al.*, 1999), orientándose con siluetas que detectan en el horizonte hacia el mar (Limpus C. J., 1995). La duración de este comportamiento depende de la rapidez con que los neonatos logren orientarse en la playa natal, posterior a haber realizado la impronta del hábitat. En el caso de los neonatos de *L. olivacea* de la playa Coquí, en esta categoría invirtieron 4,37 minutos en promedio, favorecidos también por el oleaje presente a la hora de dirigirse al mar.

9.3. *Relación del comportamiento de las hembras anidantes con los factores abióticos*

9.3.1. *Precipitación*

Los comportamientos de las hembras de *L. olivacea* durante la anidación como Oviposición y Excavación presentaron una correlación inversa con la precipitación, ya que de acuerdo a Best (2017), cuando hay niveles moderados y bajos de precipitación se genera un ambiente más propicio para una anidación exitosa y la maximización de los nidos depositados. En el caso de los nidos de *L. olivacea*, la

precipitación media fue de 97,23°C, sin embargo se presentó que cuando la condición climática era despejada y/semi-nublada, los neonatos realizaron su trayectoria al mar en menor tiempo (14 a 17 minutos). Así mismo conforme aumenta la precipitación sobre el sitio seleccionado para la anidación, la dinámica de la temperatura al interior de la cámara de incubación y de los huevos descenderá significativamente (Brenes, 2011), generando la pérdida de las nidadas de *L. olivacea* al ser afectada la difusión de las sustancias en los nidos con el medio y el desarrollo del embrión (Acuña, 1980).

9.3.2. Pendiente, marea y cobertura vegetal

Comportamientos que exhibieron las hembras de *L. olivacea* como Emersión, Acomodación y Ovoposición durante la anidación presentaron una correlación positiva con la pendiente de la playa, la cobertura vegetal y la altura de la marea. Según Sandoval (2008), comúnmente esta tendencia se genera porque la anidación de las tortugas golfinas (*L. olivacea*) se efectúa durante la temporada seca, en playas abiertas, con pendientes bajas ($\pm 5^\circ$), y suelen arribar hasta la primera berma (zona media de la playa), donde es común que aniden al primer intento (especialmente las hembras que anidan por primera vez), en espacios parcial o completamente libres de vegetación (Márquez, 1996).

9.3.3. Temperatura ambiental

Las categorías comportamentales que exhibieron las hembras de *L. olivacea* como Regreso durante la anidación presentaron una correlación positiva con la temperatura ambiental, en promedio de 25,25°C. Cuando se presentaron temperaturas ambientales inferiores a 22°C, no hubo arribada de las hembras de *L. olivacea* a la playa Coquí, esto se debe a que las playas de anidación deben presentar factores específicos para que se genere un ambiente óptimo para la selección de sitio de anidación, regulación térmica de las hembras en la playa y el nacimiento de los neonatos, como su temperatura ambiental (Penchaszadeh, 2001). Este ambiente permite el proceso completo de anidación, donde la categoría comportamental Regreso ocurre cuando la hembra de *L. olivacea* se ha asegurado de que la nidada esté

en el lugar más adecuado y con un ambiente térmico favorable para la eclosión de una nueva generación (Demetropoulos, 2000).

Según Crick y Sparks (1999), la temperatura del ambiente en las playas de anidación presenta una tendencia a influir en el comportamiento reproductivo de las tortugas marinas como *L. olivacea*, puesto que en múltiples especies ovíparas este se rige por la magnitud y el alcance de las temperaturas. En el caso de la anidación, el inicio y finalización se encuentra fuertemente ligado al entorno local que perciben las hembras de *L. olivacea*, ya que utilizan múltiples factores ambientales como la temperatura ambiental como señales para determinar el lugar para su llegada a la orilla para anidar y su retorno al mar (Pike, 2008).

9.4. *Relación del comportamiento de los neonatos con los factores abióticos*

9.4.1. *Temperatura ambiental*

Para las categorías comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* como Exploración e Ingreso al mar, se encontró una correlación positiva con los gradientes de la temperatura ambiental, debido a que el ambiente térmico en el que permanece el nido es uno de los factores que controla el tiempo de emergencia de los neonatos en las tortugas marinas (Kopitsky, *et al.*, 2000). Se observó que a medida que la temperatura en el ambiente circundante a los nidos se mantenía entre los 23- 25°C, disminuyó el tiempo que invertían en la impronta del hábitat y más rápido ingresaban al mar (Mortimer J. , 1990). Sin embargo, esta disminución del tiempo de desplazamiento favorece la agrupación de los neonatos de *L. olivacea* cerca a la boca del nido o en su trayecto al mar, induciendo el efecto de dilución del riesgo de depredación por individuo (González, 2014).

Durante la impronta del hábitat, los neonatos de *L. olivacea* realizan comportamientos como las categorías Exploración e Ingreso al mar cuando encuentran una temperatura ambiental elevada, activándolos progresivamente para desplazarse por la playa y orientándose con señales olfativas y térmicas en dirección al mar (Penchaszadeh, 2001), donde la intensidad de la luz es más fuerte y

generalmente de una longitud de onda más reducida (James & Melero, 2015). Así mismo se conoce que el proceso de impronta de los neonatos en playas de anidación de forma solitaria, hace parte de una significativa contribución a las poblaciones de *L. olivacea* (Vega, 2016), ya que estos nidos son incubados a temperaturas cercanas al rango pivote, siendo de gran importancia en el reclutamiento de machos dentro de las poblaciones actuales (Dornfeld *et al.*, 2015).

9.4.2. Altura de la marea y distancia al mar

En el proceso de impronta del hábitat, todos los comportamientos que presentaron los neonatos de *L. olivacea* posterior a su emergencia de la cámara de incubación, presentaron una correlación positiva con la altura de la marea promedio de 1,98 m, y la distancia promedio de 8,38 m al mar. Esto se debe a que en el momento de la selección del sitio para ubicar los nidos, algunas hembras de *L. olivacea* procuran anidar a distancias lejanas del mar, principalmente cerca de la zona de dunas (zona de línea de vegetación) (Brenes, *et al.*, 2015), entre 7-9 m de la línea de la marea, para favorecer la incubación de los huevos (Burger & Gochfeld, 2014), protegiéndolos del constante lavado por la marea y permitiendo que después de eclosionar los neonatos se desplacen en una zona de la playa más segura (de la presión de depredación por aves marino costeras, cangrejos, perros, entre otros) y óptima para realizar la exploración e impronta del lugar de nacimiento (Sandoval S. , 2008).

9.4.3. Pendiente de la playa

Para las categorías comportamentales de los neonatos de *L. olivacea* como Frenesí de grupo, Exploración, Locomoción e Ingreso al mar, se encontró una correlación inversa con la pendiente de la playa, debido a que estos invirtieron menor tiempo en el trayecto al mar cuando el nido donde emergían presentaban pendientes inclinadas ($<7^\circ$), como en el caso específico del nido 8, el cual en el diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica de los nidos (Figura 16) mostró una tendencia a alejarse de los demás. Esto se debe a que en el sitio donde se ubicaba este nido presentaba constante

lavado por la marea y erosión natural, disminuyendo la distancia que debían recorrer los neonatos hasta ingresar al mar (Cubillos, 2017), así como también puede influir en la duración del desplazamiento de los mismos desde la cámara de huevos hasta alcanzar la zona de constante oleaje del mar (Bräutigam & Eckert, 2006).

10 Conclusiones

El comportamiento de las hembras de la tortuga golfina (*L. olivacea*) mostrado en la playa Coquí, Chocó presentó relaciones significativas con la pendiente de la playa, la precipitación, la altura de la marea, la temperatura ambiental, y en menor medida con el porcentaje de visibilidad de la Luna. Estas condiciones favorecieron la anidación de las hembras durante la temporada del año 2018, permitiendo la exitosa eclosión y emergencia de 258 neonatos para aumentar el porcentaje de reclutamiento de nuevos individuos para la población de *L. olivacea*.

El comportamiento de los neonatos de la tortuga golfina (*L. olivacea*) desde su emergencia del nido hasta el ingreso a mar exhibidos en la playa Coquí, Chocó, presentó relaciones significativas con la altura de la marea, la temperatura ambiental, la distancia del nido al mar y la pendiente de la playa, las cuales contribuyeron a que un total de 258 neonatos ingresaran al mar durante la temporada del año 2018.

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es una de las especies que anida más frecuentemente en las playas del Pacífico colombiano (Barreto, 2016), de la cual se han realizado estudios de ecología poblacional como los trabajos de Barrientos, *et al.*, (2014), Barreto (2016), entre otros, y desarrollado estrategias ecoturísticas en corregimientos aledaños como Termales, Joví, El Valle, entre otros, pero los trabajos sobre la biología y el comportamiento de las hembras y neonatos de esta especie en el departamento del Chocó son escasos. No obstante, este se constituye como el primer registro del comportamiento de la especie (hembras anidantes y neonatos) para el departamento y la playa de anidación (playa Coquí, Nuquí).

Durante la temporada de anidación de la tortuga golfina (*L. olivacea*) del año 2018 en la playa Coquí, Nuquí, se obtuvo los primeros registros *in situ* del comportamiento tanto de las hembras como de los neonatos para el Pacífico chocoano, los cuales serán empleados para la toma de decisiones en el

desarrollo e implementación de planes de manejo adecuados para la zona para recuperar estas poblaciones de tortugas marinas junto a la comunidad local del corregimiento de Coquí, teniendo en cuenta principalmente que se debe procurar mantener las condiciones del ambiente *in situ* para no alterar el comportamiento de *L. olivacea* ni las duraciones del mismo para evitar ascensos a la playa sin anidación o desorientación completa de los neonatos al llegar al mar.

11 Referencias Bibliográficas

- Abreu, A., & Plotkin, P. (2008). *Lepidochelys olivacea*. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503>
- Acuña, R. (1980). *Aspectos de la Fase Terrestre de la Tortuga Lora, Lepidochelys olivacea*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Alvarado, J., & Murphy, T. (2000). Periodicidad en la anidación y el comportamiento entre anidaciones. En K. Eckert, A. Bjorndal, F. Abreu-Grobois, & M. Donnelly (Edits.), *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Vol. 4, págs. 132-136). México: UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación.
- Amorocho, D. F., & Reina, R. D. (2007). *Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle Chelonia mydas agassizii at Gorgona National Park, Colombia*. Australia: Endangered Species Research, 3(1), 43-51.
- Amorocho, D. F., Abreu-Grobois, F. A., Dutton, P. H., & Reina, R. D. (2012). *Multiple distant origins for green sea turtles aggregating off Gorgona Island in the Colombian Eastern Pacific*. PLoS One, 7(2): e31486.
- Amorocho, D., Leslie, A., Fish, M., Sanjurjo, E., Amoros, S., Ávila, I., Douthwhite, K. (2016). *Marine Turtle Action Plan 2015-2020*. (D. Amorocho, & C. Dereix, Eds.) Cali, Colombia: WWF-Colombia.
- Amorocho, D., Rubio, H., & Díaz, W. (1992). *Observaciones sobre el estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico Colombiano* (Vol. 4). Colombia: Biblioteca Andrés Posado Arango-Inderena.
- Amorocho, D., Rubio, H., Díaz, W., Sánchez, H., Rubio, H., & Díaz, W. (1992). Observaciones sobre el estado actual de las tortugas marinas en el pacífico colombiano. In R. J. V., & P. H. Sánchez, *Contribución al conocimiento de las tortugas marinas en Colombia* (Vol. 4, pp. 155-179). Bogotá: Serie de publicaciones especiales del INDERENA.
- Amorocho-Llanos, D. (2006). Biología y ecología de las tortugas en áreas de alimentación. Obtenido de INVEMAR.
- Andersen, E. (1990). *The Statistical Analysis of Categorical Data*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K.
- Azanza, J. (2009). Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *Chelonia mydas*, (Testudines, Cheloniidae) y su impacto en la estructura genética de áreas de anidación del occidente del archipiélago cubano. La Habana, Cuba: Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana.
- Azanza, J., Gerhartz, J., Martín, Y., & Moncada, F. (2015). Efectividad del monitoreo de la anidación de tortugas marinas para determinar el éxito reproductivo en playas del sur de Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(3), 548-566.

- Balazs, G. H., Craig Winton, P. B., & Miya, R. K. (1994). Satellite telemetry of green turtles nesting at French Frigate Shoals, Hawaii, and Rose Atoll, American Samoa. En *Proceedings of the 18th Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation* (pág. 184). NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-351.
- Barreto, L. (2011). *Diagnóstico del estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano- Informe Nacional*. Cali, Colombia: Fundación Conservación Ambiente Colombia.
- Barreto, L. (2016). Tortugas marinas en Colombia. En *Conservación de Tortugas Marinas en Colombia* (Vol. 1, págs. 13-25). Colombia: Conservación Ambiente Colombia.
- Barreto-Sánchez, L. J. (Ed.). (2016). *Conservación de Tortugas marinas en Colombia* (Vol. 1). Colombia: Fundación Conservación Ambiente Colombia.
- Barrientos-Muñoz, K. G., Ramírez-Gallego, C., & Páez, V. P. (2014). Nesting ecology of the olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) (Cheloniidae) at Valle beach, northern pacific, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 19, 437-445.
- Bernardo, J., & Plotkin, P. (2007). An evolutionary perspective on the arribada phenomenon and reproductive behavioral polymorphism of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*). En *Biology and conservation of ridley sea turtles* (págs. 59-87).
- Best, Z. E. (2017). *Environmental Factors Affecting Loggerhead Sea Turtle (Caretta caretta) Nesting, Hatching, and Incubation Patterns in Broward County, Florida*. Florida: Nova Southeastern University.
- Bjorndal, K. A. (1995). *Biology and conservation of sea turtles*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Bjorndal, K., & Jackson, J. (2003). Roles of sea turtles: reconstructing the past. En P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Edits.), *The biology of sea turtles* (Vol. 2, págs. 259-273). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
- Bond, M. C., & James, E. P. (2017). Pre-nesting Movements of Leatherback Sea Turtles, *Dermochelys coriacea*, in the Western Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 4(223).
- Boulon, R. J. (2000). Reducción de las amenazas a los Huevos y a las Crías: Protección In Situ. En K. Eckert, A. Bjorndal, F. Abreu-Grobois, & M. Donnelly (Edits.), *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Vol. 4, págs. 192-198). México: UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas.
- Bräutigam, A., & Eckert, K. L. (2006). *Turning the Tide: Exploitation, Trade and Management of Marine Turtles in the Lesser Antilles, Central America, Colombia and Venezuela*. United Kingdom: TRAFFIC International and CITES Secretariat.
- Brenes, O. (2011). Efecto de la precipitación en el proceso de incubación de las nidadas de tortuga lora. *Ambientales*, 41(4), 27-35.

- Brenes-Arias, O., Bonilla-Bonilla, L., Bonilla-Salazar, A., & Vega-Delgado, A. (2015). Características de la Anidación de *Lepidochelys olivacea* (Testudinata: Cheloniidae) entre el 2010 y 2012 en Playa Tortuga Ojochal de Osa, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*, 63(1), 339-349.
- Broderick, A., & Codley, B. J. (1999). Effect of tagging marine turtles on nesting behaviour and reproductive success. *Animal Behaviour*, 58, 587-591.
- Brown, J. L. (1975). *The evolution of Behaviour*. New York: W.W. Norton.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2014). Factors Affecting Locomotion in Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) Hatchlings Crawling to the Sea at Ostional Beach, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*, 13(2), 182-190.
- Bustard, H., & Greenham, P. (1969). The nesting behaviour of the green sea turtle *Chelonia mydas* (L.) on a Great Barrier Reef island. *Herpetologica*, 25, 93-102.
- Camacho, L., Amorocho, D., Mejía Ladino, L. M., Palacio Mejía, J. D., & Rondón González, F. (2008). *Caracterización genética de la colonia reproductiva de la tortuga marina golfina -Lepidochelys olivacea- en el Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico Colombiano) a partir de secuencias de ADN mitocondrial*. Santa Marta, Colombia: Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 37(1), 77-92.
- Cano-Castaño, A. M., Echeverri-García, L., Sanín-Acevedo, N., Restrepo-Monsalve, L. M., Cadavid-Perdomo, A., Restrepo-Escobar, M., Chaverra-Ibáñez, D. (2016). Experiencias al interior del programa de conservación de tortugas marinas en La Playona (Acandí, Chocó), Caribe colombiano. In *Conservación de Tortugas Marinas en Colombia* (Vol. 1, pp. 47-67). Colombia: Conservación Ambiente Colombia.
- Carr Jr., A. F. (1967). *So excellent a fishe: : A Natural History of Sea Turtles*. New York: Natural History Press.
- Carr, A. (1980). *Some Problems of Sea Turtle Ecology* (Vol. 20). Integrative and Comparative Biology.
- Carr, A. F., & Ogren, L. H. (1960). The ecology and migrations of sea turtles. En *The green turtle in the Caribbean Sea* (Vol. 121). Bulletin of the AMNH.
- Ceballos, C. (2003). Estado de las playas en Colombia. En INVEMAR, *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia* (págs. 149-155). Santa Marta, Colombia: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3.
- Ceballos, C. (2004). Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 33(1), 77-99.
- Chaloupka, M. Y., & Musick, J. A. (1997). Age, growth and population dynamics. En P. L. Lutz, & J. A. Musick (Edits.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 1, págs. 233-276). New York: CRC Press.
- Chávez, A. (1994). Efecto de la Luna en la actividad de los animales. *Lunario 2002*.

- Cheng, I., Bentivegna, F., & Hochscheid, S. (2013). The behavioural choices of green turtles nesting at two environmentally different islands in Taiwan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 440, 141-148.
- Codechocó. (2011). *Manejo y conservación de la tortuga Caguama Lepidochelys olivacea durante la temporada de anidación en la playa La Cueva Corregimiento El Valle- Bahía Solano- Chocó*. Quibdó.
- Concejo Municipal de Gestión del Riesgo de Nuquí. (2012). *Estrategia municipal de respuesta a emergencias: "Comunidades e instituciones coordinadas y preparadas para responder a desastres en el municipio de Nuquí"*. Chocó.
- Crick, H., & Sparks, T. (1999). Climate change related to egg-laying trends. *Nature*, 399- 423.
- Crouse, D. T., Crowder, L. B., & Caswell, H. (1987). A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology*, 68(5), 1412-1423.
- Crump, M. L., & Scott, N. J. (2001). Visual Ecomuter Survey. En W. Heyer, M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek, & M. Foster (Edits.), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for Amphibians* (págs. 84-92). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Cubillos, D. (2017). Características geomorfológicas de una playa potencial de anidación e identificación de las posibles amenazas para tortugas marinas en Puerto España, departamento del Valle del Cauca. *Repositorio Institucional Vitela - Pontificia Universidad Javeriana de Cali*.
- Demetropoulos, A. (2000). *Impact of tourism development on marine turtle nesting: strategies and actions to minimise*. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg.
- Díaz, G. (1997). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia, Ecosistemas Marinos y Costeros*. Santa Marta, Colombia: Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- Eckert, K. L. (2001). Status and Distribution of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*, in the Wider Caribbean Region. *Proceedings of the Regional Meeting: "Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region: A Dialogue for Effective Regional Management,"*. WIDECAST Conservation Materials Distribution Center.
- Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (Edits.). (2000). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Vol. 4). Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE.
- Eckert, K. L., Wallace, B. P., Frazier, J. G., Eckert, S. A., & Pritchard, P. C. (2012). *Synopsis of the biological data on the leatherback sea turtle (Dermochelys coriacea)* (Vols. BTP-R4015-2012). Washington, D. C., USA: U. S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technical Publication.

- Figgenger, C., Chacón-Chaverri, D., Jensen, M. P., & Feldhaar, H. (2016). Paternity re-visited in a recovering population of Caribbean leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 475, 114-123.
- Franco, A. (2010). *Haplotypes of the loggerhead turtle Caretta caretta (Testudines: Cheloniidae): first study in individuals from the beaches Don Diego (Magdalena) and Isla San Martin (Bolívar), Colombian Caribbean*. Bogotá, Colombia: Jorge Tadeo Lozano University- Faculty of Natural Sciences, Marine Biology Program.
- Frazier, J. (2001). Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas. En K. L. Eckert, & F. A. Abreu-Grobois (Edits.), *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe: Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo* (págs. 3- 12). Santo Domingo, República Dominicana: Centro de Conservación e Investigación Smithsonian Institution.
- Frazier, J. (2003). Prehistoric and ancient historic interactions between humans and marine turtles. En P. Lutz, M. Kennish, J. Spotila, C. Lohmann, M. Lutcavage, M. Salmon, J. Miller, P. Lutz, & J. Musick (Edits.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 2, págs. 1-31). Florida, US: CRC Press LLC.
- Fretey, J., & Girondor, M. (1989). Hydrodynamic factors involved in choice of nesting site and time of arrivals of Leatherback in french Guiana. En K. E. S.A. Eckert (Ed.), *Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology* (págs. 227-229). NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-232.
- Fundación Coriacea. (2008). *Protocolo para el trabajo en campo- XVI Jornadas de Protección de la Tortuga Caná*. La Playona, Acandí, Chocó, Colombia: Fundación Coriacea- Grupo de Investigación en Conservación de Tortugas Marinas.
- Gaffney, E. S., & Meylan, P. A. (1988). A phylogeny of turtles. En M. J. Benton, *The Phylogeny and Classification of Tetrapods* (págs. 157-219). Oxford: Clarendon Press.
- Gerodette, T., & Taylor, B. (2000). Estimación del Tamaño de la Población. En K. Eckert, A. Bjorndal, F. Abreu-Grobois, & M. Donnelly (Edits.), *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Vol. 4, págs. 78-82). México: UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación.
- González, M. (2014). ¿Es relevante la ecología del comportamiento para entender y predecir la dinámica de las poblaciones? *Ecosistemas*, 23(3), 93-97.
- Green, D., & Ortiz, F. (1982). Status of Sea Turtle Populations in the Central Eastern Pacific. En K. Bjorndal, *Biology and Conservation of Sea Turtles* (págs. 221-233). Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Hage, S. R., & Mellen, J. D. (1983). *Research methods for studying animal behavior in a zoo setting in Washington Park Zoo & Minnesota Zoological Garden*. USA.
- Hamman, M., Limpus, C., & Owens, D. (2003). Reproductive cycles of males and females. En P. Lutz, M. Kennish, J. Spotila, C. Lohmann, M. Lutcavage, M. Salmon, J. Miller, & P. M. Lutz (Ed.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 2, págs. 136-153). Florida, US: CRC Press LLC.

- Hays, G., Akesson, S., Broderick, A., Glen, F., Godley, B., & Metcalfe, J. (2002). Behavioural plasticity in a large marine herbivore: contrasting patterns of depth utilization between two green turtle (*C. mydas*) populations. *Mar. Biol.*, 141, 985-990.
- Hendrickson, J. (1958). The green turtle, *C. mydas* (L) in Malaya and Sarawak. *Proc. Zool. Soc. London*, 130, 455-535.
- Hendrickson, J. R. (1982). Nesting behavior of sea turtles with emphasis on physical and behavioral determinants of nesting success or failure. En K. A. Bjorndal (Ed.), *Biology and conservation of sea turtles* (págs. 53-57). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Hernández-Fernández, J., Pinzón, A., & Mariño-Ramírez, L. (2017). De novo transcriptome assembly of loggerhead sea turtle nesting of the Colombian Caribbean. *Genomics Data*, 13, 18-20.
- Hirth, H. (1980). Some Aspects of the Nesting Behavior and Reproductive Biology of Sea Turtles. *American Zoologist*, 20, 507-523.
- Hirth, P. (1997). Synopsis of the biological data on the green turtle, *C. mydas* (Linnaeus 1758). *United States Fish and Wildlife Service Biological Report 97-1*.
- Invemar. (2002). *Determinación de la distribución y del estado actual de conservación de las tortugas marinas en el Caribe colombiano: Informe final*. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- Invemar. (2003a). *Determinación, amenazas y esfuerzos de conservación de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano*. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- Invemar. (2003b). *Distribución, amenazas y esfuerzos de conservación de las tortugas marinas golfinia (*L. olivacea*), carey (*E. imbricata*), galápago, baula (*D. coriacea*) y tortuga negra (*C. agassizii*), en el Pacífico colombiano*. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- ITIS. (2017). *Orden Testudines*. Obtenido de Integrated Taxonomic Information System.
- ITIS. (2017). *Suborden Cryptodira*. Obtenido de Integrated Taxonomic Information System.
- James, R., & Melero, D. (2015). Anidación y conservación de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en playa Drake, península de Osa, Costa Rica (2006 a 2012). *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 117-129.
- Jáuregui-Romero, G., Noriega-Hoyos, C., Pabón-Aldana, K., Morales-Rincón, N., & Bernal-Gutiérrez, J. (2016). La Tadeo, 10 años liderando estrategias para la conservación de tortugas marinas en el departamento del Magdalena. En *Conservación de Tortugas Marinas en Colombia* (Vol. 1, págs. 87-103). Colombia: Conservación Ambiente Colombia.
- Jiménez, S. L., & Martínez, A. (1988). *Biología reproductiva de la tortuga marina *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1758) anidante en las playas de Acandí, Chocó*. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.

- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161.
- Johnson, S. A., Bjorndal, K. A., & Bolten, A. B. (1997). Effects of organized turtle watches on Loggerhead (*Caretta caretta*) nesting behavior and hatchling production in Florida. *Conservation Biology*, 10(2), 570-577.
- Kalb, H., & Owens, D. (1994). Differences between solitary and arribada nesting olive Ridley females during the internesting period. En K. A. Bjorndal, B. Bolten, D. A. Johnson, & P. J. Eliazar (Edits.), *Proceedings of the 14th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation* (pág. 68). NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351.
- Kichler, K., Holder, M., Davis, S., Marquez, S., & Owens, D. (1999). Detection of multiple paternity in the kemp's ridley sea turtle with limited sampling. *Mol. Ecol.*, 8, 819–830.
- Kopitsky, K., Pitman, R. L., & Plotkin, P. T. (2000). Investigations on at-sea mating and reproductive status of olive Ridges, *Lepidochelys olivacea*, captured in the eastern tropical Pacific. En H. J. Kalb, & T. Wibbels (Edits.), *Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation* (págs. 160- 162). NOAA Technical Memorandum, NFWS-SEFSC.
- Lehner, P. (1979). *Handbook of Etological methods*. New York: Garland STPM Press.
- Limpus, C. J. (1995). Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint. En K. A. Bjorndal (Ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, (págs. 605-609). Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Limpus, C., & Miller, J. (1993). The Family Cheloniidae. En *The Fauna of Australia* (Vol. 2A Amphibia & Reptilia, págs. 133-138). Canberra, Australia: Australian Government Publishing Service.
- Lohmann, K. J., Hester, J. T., & Lohmann, C. M. (1999). Longdistance navigation in sea turtles. *Ethology, Ecology & Evolution*, 11, 1-23.
- Lohmann, K. J., Witherington, B. E., Lohmann, C. M., & Salmon, M. (1997). Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. En P. L. Lutz, & J. A. Musick (Edits.), *The biology of sea turtles* (Vol. 1, págs. 107-135). New York: CRC Press.
- López, I. (2014). Métodos de medición del comportamiento. En M. Martínez-Gómez, R. Lucio, & J. Rodríguez-Antolín (Edits.), *Biología del Comportamiento: Aportaciones desde la Fisiología* (págs. 47-56). Tlaxcala, México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Luschi, P., Papi, F., Liew, H. C., Chan, E. H., & Bonadonna, F. (1996). Long distance migration and homing after displacement in the green turtle (*C. mydas*): a satellite tracking study. *J. Comp. Physiol.*
- Marquéz, R. (1990). Family Cheloniidae. En FAO, *FAO Species Catalogue* (Vol. 11). Roma: FAO Fisheries Synopsis No 125.
- Márquez, R. (1996). *Las tortugas y nuestro tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Martin, P., & Bateson, P. (2007). *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Medem, F. (1962). *Estudio sobre tortugas marinas: Informe sobre la comisión realizada en la costa Atlántica*. Montería, Colombia: Corporación Autónoma Regional Valles del Magdalena y Sinú.
- Merchán, M. (2017). *Tortugas marinas: La Etología Aplicada como herramienta para la conservación*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Merizalde, L., Amorocho, D., Loaiza, J., Gómez, D., Pérez, V., & Ortiz, C. (2005). *Reconocimiento de áreas potenciales para la reproducción de las tortugas marinas en el Valle del Cauca*. Informe Técnico Final, CIMAD - CVC, Cali, Colombia.
- Meylan, A. B., Bowen, B. W., & Avise, J. C. (1990). A genetic test of the natal homing versus social facilitation models for green turtle migration. *Science* 248, 724-727.
- Miller, J. D. (1997). Reproduction in Sea Turtles. En P. L. Lutz, & J. A. Muck (Edits.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 1). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Ministerio de Ambiente de Colombia. (2002). *Áreas de anidación y alimentación de las tortugas marinas en el Caribe colombiano*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & INVEMAR, Bogotá.
- Monterrosa, M. (2016). "Proyecto Help Colombia": Trabajando. En *Conservación de Tortugas Marinas en Colombia* (Vol. 1, págs. 68-85). Colombia: Conservación Ambiente Colombia.
- Morales, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P., & Bock, B. C. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Universidad de Antioquia.
- Mortimer, J. (1990). The influence of sand beach characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*). *Copeia*, 1990(3), 802-817.
- Mortimer, J., & Donnelly, M. (2008). *Eretmochelys imbricata*. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species.
- Musick, J. A., & Limpus, C. J. (1997). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. En P. L. Lutz, & J. A. Musick (Edits.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 1, págs. 137-163). New York: CRC Press.
- Navarro, D. (1999). *Resultados de la protección de la tortuga marina en el campamento de Villa del Mari, Jalisco, México Temporadas 1996-1997 y 1997-1998*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- NOAA Fisheries. (June de 2014). Threats to Sea Turtles.
- Pabón-Aldana, K., Noriega-Hoyos, C. L., & Jaúregui, G. A. (2012). First Satellite Track of a Head-started Juvenile Hawksbill in the Colombian Caribbean. *Marine Turtle Newsletter*, 133(4), 4-7.

- Páez, V. (1997). *Evolución y sistemática de tortugas marinas*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Patino-Martinez, J., Marco, A., Quiñones, L., & Hawkes, L. A. (2014). The potential future influence of sea level rise on leatherback turtle nests. *Journal of experimental marine biology and ecology*, *461*, 116-123.
- Payán-Perea, L., Zorrilla-Arroyave, M. X., & Chirimía-González, H. (2016). Monitoreo del programa de conservación de tortugas marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona. En *Conservación de Tortugas Marinas en Colombia* (Vol. 1, págs. 105-122). Colombia: Conservación Ambiente Colombia.
- Penchaszadeh, P. (2001). *Ecología de playas arenosas*. Mendoza, Argentina: Centro Científico Tecnológico de Mendoza.
- Pike, D. (2008). Environmental correlates of nesting in Loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Animal Behaviour*, *76*, 603-610.
- Pritchard, P. C. (1969). Studies of the systematics and reproductive cycles of the genus *Lepidochelys*. *Tesis doctoral*, 202. Gainesville, Florida, USA: University of Florida.
- Pritchard, P. C. (1997). Evolution, Phylogeny, and Current Status. En P. L. Lutz, & J. A. Musick (Edits.), *The Biology of Sea Turtles* (Vol. 1). Boca Ratón, Florida: CRC Press.
- Pritchard, P. C., & Mortimer, J. A. (2000). Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, & M. Donnelly (Edits.), *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Vol. 4, págs. 23-34). Florida: UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación.
- ProColombia. (2016). *Turismo sostenible: Consejos para preservar las playas colombianas*. Bogotá, Colombia: ProColombia, Organización Mundial de Turismo.
- Reece, J. S., Castoe, T. A., & Parkinson, C. L. (2005). Historical perspectives on population genetics and conservation of three marine turtle species. *Con. Gen.*, *6*, 235–251.
- Restrepo, A., Jaramillo, U., Aubad, P., Páez, V., López, S., Suárez, A., & Cano, A. (2005). Efecto de la profundidad y la distancia entre nidadas trasladadas de *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766), sobre la temperatura de incubación y supervivencia de neonatos, en La Playona, Chocó (Colombia). *Actualidades Biológicas*, *27*(83), 179-188.
- Reverdin, G., & McPhaden, M. J. (1986). Near-surface current and temperature variability observed in the equatorial Atlantic from drifting buoys. *J. Geophys. Res.*(C5 91), 6569-6581.
- Rivera, M., Calle, I., Cuellar, A., Paredes, F., & Giraldo, A. (2016). Registro de la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista Biota Colombiana*, *17*(2), 163-166.
- Rodríguez, J. M. (2015). *Biología y Políticas de Conservación de las Tortugas Marinas en Latinoamérica*. Santa Marta, Colombia: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar.

- Rueda, J. V. (2001). Programa Nacional para la Conservación de las tortugas marinas y continentales de Colombia. *Curso- Taller para la concertación de una estrategia para la conservación de tortugas marinas y continentales con distribución en Colombia*. Dibulla, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente- Corpoguajira.
- Rueda, J. V., Ulloa, G., & Medrano, S. A. (1992). Estudio sobre la biología reproductiva, la ecología y el manejo de la tortuga Canal (*Dermochelys coriacea*) en el Golfo de Urabá. In M. Rodríguez Mahecha, & H. Sánchez-Páez, *Contribución al conocimiento de las tortugas marinas de Colombia* (Vol. 4, p. 190). Santafé de Bogotá, Colombia: Serie de publicaciones especiales del INDERENA.
- Rueda, J.; Carr, J.; Mittermeier, R.; Rodríguez, J.; Mast, R.; Vogt, R.; Rhodin, A.; de la Ossa, J.; Rueda, J. & Mittermeier, C. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. En *Serie de guías tropicales de campo N° 6- Conservación Internacional*. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana, Formas e Impresos.
- Sampedro, A. (2016). La etología como herramienta para la conservación de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8(Supl), 391-399.
- Sampson, L., Giraldo, A., Payán, L. F., Amorocho, D. F., Eguchi, T., & Seminoff, J. A. (2015). Somatic growth of juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) morphotypes in the Colombian Pacific. *Marine Biology*, 162(8), 1559-1566.
- Sampson, L., Giraldo, A., Payán, L. F., Amorocho, D. F., Ramos, M. A., & Seminoff, J. A. (2017). *Trophic ecology of green turtle Chelonia mydas juveniles in the Colombian Pacific*. United Kingdom: Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1-13.
- Sampson, L., Payán, L., Amorocho, D., Seminoff, J., & Giraldo, A. (2014). *Variación intraespecífica de la tortuga verde Chelonia mydas (Cheloniidae) en el área de forrajeo del Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico colombiano)*. Cali, Colombia: Acta biol. Colomb. 19(3):461-470.
- Sandoval, J. (2017). *Influencia de factores ambientales sobre el éxito de incubación de la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en condiciones de vivero en el estado de Guerrero, México*. Ensenada, Baja California: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- Sandoval, S. (2008). *pronóstico de la temperatura de los nidos de tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en función de la temperatura ambiente, la profundidad y el calor metabólico*. La Paz: Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas.
- Santamaría, C. (2014). *Patrones de anidación de la tortuga negra Chelonia agassizii*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Schäfer, H., & Krauss, W. (1995). Eddy statistics in the South Atlantic as derived from drifters drogued at 100 m. *J. Mar. Res.*, 53, 403-431.
- Schroeder, B., & Murphy, S. (2000). Prospecciones poblacionales (terrestres y aéreas) en playas de anidación. En K. Eckert, K. Bjorndal, F. Abreu, & M. Donnelly (Edits.), *Técnicas de*

investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas (Vol. 4, págs. 51-63). UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas - Publicación.

- Seminoff, J. (2004). *Chelonia mydas*. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species.
- Southwood, A. L., Darveau, C. A., & Jones, D. R. (2003). Metabolic and cardiovascular adjustments of juvenile green turtles to seasonal changes in temperature and photoperiod. *Journal of Experimental Biology*, 206(24), 4521-4531.
- Terán, M. P. (2014). *Estudio de los aspectos comportamentales en cautiverio de las especies (Chelonia mydas y Lepidochelys olivácea), en el acuario Valdivia, Santa Elena, Ecuador, durante octubre 2013 a marzo 2014*. Escuela de Biología Marina. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Tobón- López, A., & Amorochó- Llanos, D. (2014). *Estudio poblacional de la tortuga carey Eretmochelys imbricata (Cheloniidae) en el Pacífico sur de Colombia*. Cali, Colombia: Acta biol. Colomb. 19(3):447-457.
- UICN. (2000). *Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas - Comisión de Sobrevivencia de Especies/Grupo de Especialistas en Tortugas Marinas*. Arlington, Virginia: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.
- Vega, J. (2016). *Respuesta de anidación de la tortuga golfinia (Lepidochelys olivacea) con relación a las características ambientales en Baja California Sur y Oaxaca, México*.
- Viejobueno, S., & Arauz, R. (2015). Conservación y actividad reproductiva de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de anidación solitaria Punta Banco, Pacífico Sur de Costa Rica- Recomendaciones de manejo a través de dieciséis años de monitoreo. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*, 63(1), 383-394.
- Weishampel, J., Bagley, D., Ehrhart, I., & Rodenbeck, B. (2003). Spatiotemporal patterns of annual sea turtle nesting behaviors along an East Central Florida beach. *Biological Conservation* 110, 295-303.
- Wilson, E., Miller, K., Allison, D., & Magliocca, M. (2010). Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems. En *Protecting the world's ocean* (pág. 20). Oceana.
- WWF. (2010). *Sea Turtles: Threats and Solutions*.
- Wyneken, J. (1997). Sea turtle locomotion: Mechanisms, behavior and energetics. En P. L. Lutz, & J. A. Musick (Eds.), *The Biology of Sea Turtles* (págs. 165-198). New York: CRC Press.
- Wyneken, J., Godfrey, M., & Bels, V. (2007). *Biology of Turtles: From Structures to Strategies of Life*. CRC Press.
- Zerda, E. (2004). *Comportamiento animal: introducción, métodos y prácticas* (Vol. Notas de Clase). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.