

[Ir a tabla de contenido](#)

**ANORMALIDADES ENCONTRADAS EN NIDADAS TRANSLADADAS DE  
TORTUGAS MARINAS GOGÓ (*Caretta caretta*) Y CAREY (*Eretmochelys  
imbricata*) DE LAS PLAYAS DE LA VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA  
DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, EN LA TEMPORADA  
DE DESOVE DEL 2001**

**SANTIAGO CAÑÓN  
CLARA INÉS OROZCO E.**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA  
SANTA MARTA  
2004**

**ANORMALIDADES ENCONTRADAS EN NIDADAS TRANSLADADAS DE  
TORTUGAS MARINAS GOGÓ (*Caretta caretta*) Y CAREY (*Eretmochelys  
imbricata*) DE LAS PLAYAS DE LA VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA  
DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, EN LA TEMPORADA  
DE DESOVE DEL 2001**

**SANTIAGO CANÓN  
CLARA INÉS OROZCO E.**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de Biólogo Marino**

**Director:  
CARLOS PINZÓN  
Ingeniero Pesquero**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA  
SANTA MARTA**

**2004**

---

**Nota de Aceptación**

---

**Presidente Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**A Juana, a David y a nuestras familias por el apoyo incondicional**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, que en los lugares menos pensados y más hermosos, nos llevó siempre de su mano y a la Sierra Nevada por su benevolencia.

De manera muy especial agradecemos a Jesús Salvador (El Chule) por su hospitalidad y cariño paternal y esperamos que su cielo sea como el lo necesitaba. También a Antonio que nos enseñó a movernos en una zona de conflicto, por su entusiasmo y paciencia. A William, su hermano, y su familia y a los pescadores de la Boca del Río Don Diego quienes nos brindaron lo que no tenían. Agradecemos muy especialmente a Nicánor Molina por sus enseñanzas, sus ganas de aprender, apoyo incondicional y amistad sincera, como también a los funcionarios y directores del Parque Nacional Natural Tayrona por permitirnos realizar gran parte de la investigación. Agradecemos de todo corazón a nuestro director Carlos Pinzón y a la Fundación Tortugas Marinas de Santa Marta por seguirnos la cuerda con esta idea, aterrizarla y que si no fuera por su ayuda y don de gente con las personas del área de estudio, no habríamos podido llegar hasta donde estamos ahora. También queremos agradecer a Aminta con mucho cariño por escucharnos, por estar pendiente de nosotros, por su tiempo e influencias. A Armando Lacera y a los del Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena, ya que sin su colaboración no se habría podido llevar a cabo parte de ésta investigación. A Luis Herrera, cartógrafo de la UAESPNN de Bogotá, a Orlando, Charly, Yaneth Rodríguez, Claudia Cevallos, Gustavo Ramírez, Albert Bertolero, Patricia Rincón, Jimena Rodríguez, a Paola y a Erica (nuestra familia samaria), Aneth Vásquez, a la Universidad y a todas las personas que de una u otra forma hicieron parte de éste proceso.

Por último y muy importantes, queremos darle las gracias a Juana, nuestra hija, por ser la creadora de este trabajo y a David, nuestro hijo, quien nos dio el empujón final.

También a la vida que nos espera después de cerrado este ciclo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b><u>RESUMEN</u></b>	
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1
<b><u>2. METODOLOGÍA</u></b> .....	5
2.1. <u>FASE DE CAMPO</u> .....	5
2.1.1. <u>Traslado de los huevos</u> .....	5
2.1.2. <u>Eclosión</u> .....	6
2.1.3. <u>Exhumación de los huevos</u> .....	6
2.1.4. <u>Datos morfométricos</u> .....	7
2.1.5. <u>Granulometría</u> .....	7
2.1.6. <u>Metales pesados</u> .....	7
2.2. <u>FASE DE LABORATORIO</u> .....	8
2.2.1. <u>Metales pesados</u> .....	8
2.2.2. <u>Estudio granulométrico</u> .....	8
2.3. <u>TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</u> .....	8
2.3.1. <u>Clasificación de estadios embrionarios</u> .....	10
<b><u>3. RESULTADOS</u></b> .....	11
3.1. <u>PROCESO DE INCUBACIÓN</u> .....	12
3.2. <u>PROCESO DE ECLOSIÓN</u> .....	13
3.3. <u>EMERGENCIA DEL NIDO</u> .....	13
3.4. <u>EXHUMACIÓN DE LOS NIDOS</u> .....	13
3.4.1. <u>Huevos infértiles y fértiles</u> .....	13
3.4.2. <u>Estadios embrionarios</u> .....	14
3.4.2.1. <u>Disco embrionario</u> .....	14
3.4.2.2. <u>Embriones en Etapa 2</u> .....	14
3.4.2.3. <u>Embriones en Etapa 3</u> .....	15
3.4.2.4. <u>Embriones en Etapa 4</u> .....	16
3.4.2.5. <u>Embriones en Etapa 5</u> .....	17
3.4.3. <u>Muerte Embrionaria</u> .....	18
3.4.4. <u>Anormalidades encontradas</u> .....	19
3.4.4.1. <u>Anormalidades de la cabeza</u> .....	19
3.4.4.1.1. <u>Microcefalia (CP)</u> .....	19
3.4.4.1.2. <u>Labio leporino (LP)</u> .....	19
3.4.4.1.3. <u>Maxilar superior sin desarrollar (MSD)</u> .....	19
3.4.4.1.4. <u>Anoftalmia (SO)</u> .....	19
3.4.4.1.5. <u>Monoftalmia (1 O)</u> .....	19
3.4.4.1.6. <u>Ojo más grande (OG)</u> .....	19
3.4.4.1.7. <u>Mandíbula torcida (MT)</u> .....	20
3.4.4.1.8. <u>Perforación (CPER)</u> .....	20
3.4.4.1.8. <u>Protuberancia</u> .....	20
3.4.4.1.9. <u>Sin mandíbula (SMI)</u> .....	20
3.4.4.2. <u>Anormalidades del caparazón</u> .....	20

3.4.4.2.1.	<a href="#">Placas supernumerarias (PSN) e infranumerarias (PIN)</a>	20
3.4.4.2.2.	<a href="#">Distribución anormal (DA)</a>	20
3.4.4.2.3.	<a href="#">Nucal dividida (ND)</a>	21
3.4.4.2.4.	<a href="#">Sin nucal (SN)</a>	21
3.4.4.3.	<a href="#">Anormalidades del cuerpo</a>	22
3.4.4.3.1.	<a href="#">Albinismo parcial (ALB)</a>	22
3.4.4.3.2.	<a href="#">Compresión (COM)</a>	22
3.4.4.3.3.	<a href="#">Protuberancia en el cuello (PC)</a>	22
3.4.4.3.4.	<a href="#">Aleta ancha (AA)</a>	22
3.4.4.3.5.	<a href="#">Aleta más larga (AL)</a>	22
3.4.4.3.6.	<a href="#">Capa transparente en orificio vitelino</a>	22
3.4.5.	<a href="#">Anormalidades en la tortuga gogó</a>	26
3.4.5.1.	<a href="#">Nido del Corral de anidamiento de Don Diego</a>	26
3.4.5.2.	<a href="#">Nido de la playa del Arroyo del Tigre</a>	26
3.4.5.3.	<a href="#">Nido del Corral de anidamiento de Guachaca</a>	27
3.4.5.4.	<a href="#">Nido de la playa Boca del Saco</a>	27
3.4.6.	<a href="#">Anormalidades en la tortuga carey</a>	28
3.4.6.1.	<a href="#">Nido de la playa del Arroyo del Tigre</a>	28
3.4.6.2.	<a href="#">Nido de la playa de Gumarra</a>	29
3.4.7.	<a href="#">Condiciones en las que se encontraron los huevos</a>	29
3.4.7.1.	<a href="#">Huevos cocinados</a>	30
3.4.7.2.	<a href="#">Huevos afectados por raíces</a>	31
3.4.7.3.	<a href="#">Huevos hinchados</a>	31
3.4.7.4.	<a href="#">Huevos descompuestos (rosados y negros)</a>	31
3.4.7.5.	<a href="#">Huevos con larvas</a>	32
3.4.7.6.	<a href="#">Huevos podridos</a>	32
3.5.	<a href="#">ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</a>	33
3.6.	<a href="#">ANÁLISIS DE METALES PESADOS (PLOMO (Pb) Y COBRE (Cu))</a>	33
<b>4.</b>	<b><a href="#">DISCUSIÓN DE RESULTADOS</a></b>	<b>35</b>
4.1.	<a href="#">ÉXITO DE LOS NIDOS</a>	34
4.2.	<a href="#">ESTADÍOS EMBRIONARIOS</a>	36
4.3.	<a href="#">ANORMALIDADES DE EMBRIONES Y NEONATOS</a>	38
4.3.1.	<a href="#">Compresión</a>	40
4.3.2.	<a href="#">Distribución anormal de las placas del caparazón</a>	41
4.3.3.	<a href="#">Albinismo</a>	48
4.3.4.	<a href="#">Anormalidades de la cabeza</a>	49
4.3.5.	<a href="#">El nido de la playa Boca del Saco</a>	50
4.4.	<a href="#">FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL ÉXITO DE ECLOSIÓN</a>	50
4.4.1.	<a href="#">Temperatura</a>	50
4.4.2.	<a href="#">Raíces</a>	54
4.4.3.	<a href="#">Descomposición de los huevos</a>	56
4.3.	<a href="#">TIPO DE SUELO</a>	59
4.4.	<a href="#">CONTAMINACIÓN QUÍMICA</a>	60
<b>5.</b>	<b><a href="#">CONCLUSIONES</a></b>	<b>64</b>
<b>6.</b>	<b><a href="#">RECOMENDACIONES</a></b>	<b>66</b>
	<b><a href="#">REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</a></b>	<b>68</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
<a href="#"><u>Figura 1.</u></a> Malla plástica con figura hexagonal (Slap para reproductoras) .....	6
<a href="#"><u>Figura 2.</u></a> Huevos exhumados de uno de los nidos analizados.....	6
<a href="#"><u>Figura 3.</u></a> Embrión en etapa 2. Tamaño aproximado (LCT): 0.5 a 10 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).....	15
<a href="#"><u>Figura 4.</u></a> Embrión en etapa 3. Tamaño aproximado (LCT) : 10 – 30 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).....	16
<a href="#"><u>Figura 5.</u></a> Embrión en etapa 4. Tamaño aproximado (LCT): 30 – 60 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).....	17
<a href="#"><u>Figura 6.</u></a> Embrión en etapa 5. Tamaño aproximado (LCT): 60 – 80 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).....	17
<a href="#"><u>Figura 7.</u></a> Estadíos embrionarios presentes en los diferentes nidos de: A) Gogó B)Carey.....	18
<a href="#"><u>Figura 8.</u></a> Tortuga gogó que presenta una capa trasparente en el orificio vitelino....	22
<a href="#"><u>Figura 9.</u></a> Anormalidades de la cabeza.....	23
<a href="#"><u>Figura 10.</u></a> Anormalidades del caparazón.....	24
<a href="#"><u>Figura 11.</u></a> Anormalidades del cuerpo.....	25
<a href="#"><u>Figura 12.</u></a> Huevo con raíces de uno de los nidos analizados .....	31
<a href="#"><u>Figura 13.</u></a> Huevo rosado y cocinados encontrado en uno de los nidos Analizados .....	32
<a href="#"><u>Figura 14.</u></a> Tortuga gogó con compresión central del caparazón.....	41
<a href="#"><u>Figura 15.</u></a> Neonato de gogó ( Tomado de Mortimer y Prichard <u>En:</u> Eckert <i>et al.</i> , 1999).....	42
<a href="#"><u>Figura 16.</u></a> Neonato de carey ( Tomado de Mortimer y Prichard <u>En:</u> Eckert <i>et al.</i> , 1999).....	43
<a href="#"><u>Figura 17.</u></a> Embrión de tortuga gogó al cual se le observan las costillas del lado izquierdo normales.....	47
<a href="#"><u>Figura 18.</u></a> Pigmentos dispuestos de la misma forma como las placas van distribuídas cuando el caparazón termina de formarse.....	47

<b><u>Figura 19.</u></b> Huevos cocinados en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.....	52
<b><u>Figura 20.</u></b> Interior de un nido de tortuga gogó penetrado por raíces.....	55
<b><u>Figura 21.</u></b> Huevos con raíces en los diferentes nidos: A) Gogó B) Carey.....	56
<b><u>Figura 22.</u></b> Huevos con bacterias en los diferentes nidos: A) Gogó B) Carey.....	58
<b><u>Figura 23.</u></b> Huevos podridos en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.....	58
<b><u>Figura 24.</u></b> Relación del estado de los huevos en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.....	59

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<a href="#"><u>Tabla 1.</u></a> Nidos de Gogó y Carey en la temporada de anidación de junio hasta septiembre del 2001 (Datos suministrados en campo por personal de la FTMSM, PNNT, Rincón <i>et al</i> (2001) y Marrugo y Vásquez (2002)).....	11
<a href="#"><u>Tabla 2.</u></a> Descripción de los nidos que eclosionaron de gogó en las diferentes playas de anidación.....	12
<a href="#"><u>Tabla 3.</u></a> Descripción de los nidos que eclosionaron de carey en las diferentes playas de anidación.....	12
<a href="#"><u>Tabla 4.</u></a> Estadíos embrionarios presentes en los huevos exhumados de gogó.....	14
<a href="#"><u>Tabla 5.</u></a> Estadíos embrionarios presentes en los huevos exhumados de Carey.....	14
<a href="#"><u>Tabla 6.</u></a> Variación del número de las placas costales derechas e izquierdas y las placas vertebrales del caparazón de la tortuga gogó (Combinación).....	21
<a href="#"><u>Tabla 7.</u></a> Variación del número de las placas costales derechas e izquierdas y las placas vertebrales del caparazón de la tortuga carey.....	21
<a href="#"><u>Tabla 8.</u></a> Anormalidades presentes en el nido del corral de anidamiento de Don Diego.....	29
<a href="#"><u>Tabla 9.</u></a> Anormalidades encontradas en el nido de la playa Arroyo del Tigre.....	29
<a href="#"><u>Tabla 10.</u></a> Anormalidades presentes en el nido del corral de Guachaca.....	30
<a href="#"><u>Tabla 11.</u></a> Anormalidades encontradas en el nido de la playa Boca del Saco.....	30
<a href="#"><u>Tabla 12.</u></a> Anormalidades presentes en el nido de la playa del Arroyo del Tigre.....	31
<a href="#"><u>Tabla 13.</u></a> Anormalidades encontradas en el nido de la playa de Gumarra.....	32
<a href="#"><u>Tabla 14.</u></a> Descripción de los nidos exhumados de carey.....	30
<a href="#"><u>Tabla 15.</u></a> Descripción de los nidos exhumados de gogó.....	30
<a href="#"><u>Tabla 16.</u></a> Distribución del tamaño del grano en los diferentes nidos de gogó.....	33
<a href="#"><u>Tabla 17.</u></a> Distribución del tamaño del grano en los diferentes nidos de carey.....	33
<a href="#"><u>Tabla 18.</u></a> Resultado de los análisis de cobre y plomo en los huevos de los nidos encontrados.....	34

## RESUMEN

Debido a la reducción crítica de las poblaciones de las tortugas marinas en Colombia, se efectuó una valoración de los posibles factores que intervienen en el éxito de eclosión de las nidadas de las tortugas gogó (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) del Parque Nacional Natural Tayrona y su zona de amortiguación. Por medio de la observación de los neonatos eclosionados, la exhumación de las nidadas después de cumplido el tiempo de incubación (60 días aproximadamente), la detección de plomo (Pb) y cobre (Cu) en 2 de los huevos de cada nido y considerando el tamaño del grano de la arena de los nidos que en su mayoría eran trasladados, se analizaron en total 12 nidos (8 de tortuga gogó y 4 de carey) con 842 y 105 huevos correspondientemente, de los cuales el 14.84% y el 12.68% eclosionó y el 26.24% y el 59.07% eran fértiles permitiendo determinar 5 etapas del desarrollo embrionario de las tortugas marinas. Se observó el 21.71% y el 49.07% de los embriones y neonatos con algún tipo de anomalía como la compresión del cuerpo (anomalía más común), placas supernumerarias, placas infranumerarias, albinismo, labio leporino, entre otras. La concentración de plomo y cobre fue alta en algunos nidos (31 mg/100 g Pb y 26.4 mg/100 g Cu) y la temperatura de la arena, raíces encontradas, la descomposición, como también el mal manejo de los huevos durante el traslado y siembra y la reducción de la población, influyeron posiblemente en el curso normal del desarrollo embrionario, viéndose la necesidad de desarrollar estudios genéticos y embrionarios.

*Palabras claves:* tortugas marinas, tortuga gogó, tortuga carey, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, anomalías, metales pesados, eclosión, nidadas, etapas embrionarias, embrión, neonatos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas han sufrido una reducción drástica de sus poblaciones como consecuencia de la excesiva presión de captura de juveniles y adultos en las áreas de forrajeo y reproducción ( Rueda *et al.*, En: Contribución al conocimiento de las Tortugas Marinas de Colombia, 1992), el hurto indiscriminado de las nidadas, el deterioro de las playas de desove y la comercialización de su carne y productos derivados (Pinzón *et al.*, 1996).

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2002), las seis especies de tortugas marinas presentes en los mares colombianos, se encuentran en peligro de extinción; la especie con mayor riesgo de desaparecer es la tortuga carey ( *Eretmochelys imbricata* ), la cual se encuentra catalogada por la UICN ( The World Conservation Union) en peligro crítico. La tortuga gogó ( *Caretta caretta* ) junto con las otras cuatro especies de tortugas marinas (Tortuga caná (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga lora (*Lepidochelys olivácea*) y tortuga negra (*Chelonia agassizi* )) están consideradas en peligro, además de encontrarse también incluídas en el Apéndice I de CITES (Convention on Internacional Trade in Endagered Species of Flora y Fauna) según Meylan y Meylan (1999 En: Eckert *et al.*, 1999). Esta situación es más grave si se atiende al hecho de que muchas poblaciones locales a demás de algunas especies ya han sido erradicadas o se encuentran a punto de desaparecer del territorio nacional, tal como acontece con la tortuga gogó anidante en los departamentos del Magdalena y Baja Guajira (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

---

En comisión organizada por la Corporación Autónoma Regional de los valles del Magdalena y el Sinú en el año 62, se encontró que las cuatro especies de tortugas marinas anteriormente mencionadas anidaban en la costa norte de Colombia. En 1974 y 1975, se observó anidamientos únicamente de gogó y 2 de carey, hechos que indicaban claramente el proceso de desaparición de este recurso (Ramirez, 1975). En las décadas de los 60 y 70, en especial en las playas de Mendihuaca, Guachaca, Buritaca, Don Diego y Quintana, anidaba una de las colonias de tortugas caguama más grandes (estimada entre 400-600 hembras), siendo la más importante históricamente en Colombia (Medem, 1962; Kaufman, 1968; Kaufmann, 1971 y Tufts, 1972 ); esta colonia fue prácticamente exterminada por la continua recolección de huevos y el sacrificio de las hembras anidantes (Bacon, 1975 y Perran Ross, 1981 En: Álvarez, 2001 y Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Para la temporada del 2001, Marrugo y Vásquez (2002) registraron 14 anidamientos de tortuga gogó en las playas anteriormente mencionadas y Rincón *et al* (2001) registra 5 nidos en las playas del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT). En esta misma temporada, la tortuga carey registró 24 anidamientos en las playas del PNNT.

Desde 1995 se vienen adelantando programas de protección y conservación de las tortugas marinas en la Bahía de Cinto y en el área comprendida entre la desembocadura del Rio Mendihuaca hasta el Río San Salvador en el municipio de la Guajira por parte de la Fundación Tortugas Marinas de Santa Marta (FTMSM) (Fundación Tortugas Marinas de Santa Marta, 1996 En: Amorocho y López, 1998), acompañada de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena “CORPAMAG”, El Parque Nacional Natural Tayrona, El Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, Universidades locales, la Fundación PRO-SIERRA, WIDECAS COLOMBIA, CORPOGUAJOIRA, Organizaciones gubernamentales, Organizaciones no Gubernamentales, las Juntas de Acción Comunal de Don Diego y de Cabañas de

---

Buritaca y los Comités de Pescadores Artesanales de la Boca de Don Diego y de Palomino ( Pinzon, 2004).

La mayoría de estudios realizados sobre tortugas marinas a nivel mundial, se han enfocados especialmente en la biología reproductiva, la ecología y su manejo; sin embargo, son pocos los estudios ( Ramirez, 1976; Blanck y Sawyer, 1981; Ewert, 1989 En: Harless y Morlock, 1989; Rueda *et al.*, 1992; Kaska *et al.*, 1997; Cañón *et al.*, 2000 y Carswell y Lewis, 2002 ) que han documentado la existencia de anomalías en neonatos de tortugas marinas como un factor que interviene en el desarrollo normal del embrión y en la supervivencia de los neonatos causando su muerte al poco tiempo de nacer. Todavía quedan algunos vacíos acerca de su historia de vida, pues las tortugas marinas son animales de madurez tardía, migran grandes distancias y viven mucho tiempo (Meylan y Meylan, 1999 En: Eckert *et al.*, 1999).

La inconsistencia en la información que se obtiene durante el nacimiento es uno de los problemas más frecuentes de los programas de conservación de éstas especies que involucran el traslado de nidos a corrales artificiales, ya que no se hace énfasis en los factores que alteran el éxito de eclosión y la condición física de los embriones y neonatos. Muchos de los componentes comunes de nuestro ambiente son mutágenos o mutagénicos potenciales que afectan la salud y evolución de todos los seres vivos. Un indicador de estos factores es la presencia de anomalías físicas que pueden dar una luz de la condición de las tortugas con respecto a las limitaciones en el ambiente y a la dinámica poblacional. Teniendo en cuenta esto, mediante el presente trabajo de tesis realizado durante el período de incubación del segundo semestre del 2001, entre los meses de septiembre a noviembre, se busca ampliar la poca información existente sobre el tema de anomalías, identificar los factores bióticos y abióticos que pudieran intervenir en el desarrollo normal de los embriones y

neonatos y en el éxito de eclosión, además de reevaluar la función de los corrales de anidación en la protección de las tortugas marinas.

El manejo de la vida silvestre y la conservación biológica al fin de cuentas son política y no biología, ya que las tortugas marinas han sobrevivido durante siglos, prosperando sin áreas protegidas, sin leyes ni programas de conservación, planes de acción y sin manuales de investigación. Ahí, es cuando la gente está involucrada con la perturbación del hábitat y la sobre explotación y donde la biología de la conservación y planes de manejo se vuelven esenciales. En pocas palabras, conservar las tortugas marinas significa proteger los mares y las costas a su vez protegiendo un mundo complejo e interconectado del cual los humanos dependen.

Esta investigación surgió como una iniciativa de los autores, pues en una experiencia previa con neonatos de la tortuga gogó, se encontraron un gran número de anomalías físicas de las cuales no se halló en primera instancia documentación alguna acerca de éstas. Se llevó a cabo con ayuda de la FTMSM en convenio de cooperación interinstitucional con la Fundación PRO-SIERRA, CORPAMAG y de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de la Dirección Territorial Costa Atlántica, en este caso del (PNNT), la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Mundo Marino y financiación propia.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. FASE DE CAMPO

Se trabajó con 1 nido de carey “in situ” encontrado en la playa de Cañaveral en el PNNT y 11 nidos trasladados: 1 nido de gogó sembrado en un corral de anidamiento en la Boca de Don Diego, 2 nidos ( 1 de carey y 1 de gogó) en la finca El Arroyo del Tigre en la playa que se encuentra entre Guachaca y Buritaca, 1 nido de gogó en el corral de anidamiento de Guachaca, 4 nidos de gogó en el corral de anidamiento de Cañaveral, 1 en la playa de la Boca del Saco, 1 nido de carey en la playa de Gumarra y otro en la playa de El Medio, estos últimos ubicados dentro del PNNT.

**2.1.1. Traslado de los huevos:** Durante la temporada de desove, personas encargadas de patrullar las playas en busca de hembras anidantes, localizaban los nidos, los abrían y colocaban los huevos dentro de mochilas o bolsas plásticas para transportarlos hasta los sitios donde iban a ser sembrados. Algunas de estas personas dividían las nidadas por la mitad (Como en el caso de los nidos de los corrales de anidamiento) y otras sembraban la totalidad de los huevos encontrados.

Dentro de los corrales, los nidos estaban demarcados por pequeñas jaulas de malla plástica ( Cilindro de 30 cm de alto por 60 cm de diámetro aprox. ) llamados por los operarios y pescadores de la zona “corralitos” ([Figura 1](#)) que facilitaban el control de los depredadores, protegiendo a los nidos de éstos, y la manipulación de los neonatos durante la eclosión.



**Figura 1.** Malla plástica con figura hexagonal (Slap para reproductoras) .

**2.1.2. Eclosión:** Desde el momento que surgía del nido el primer neonato, se les hacía a cada uno una inspección minuciosa haciendo énfasis en las anomalías que pudiera presentar, como placas supernumerarias, placas infranumerarias, labio leporino, entre otras. Luego se procedió a tomar los datos morfométricos correspondientes siguiendo el procedimiento sugerido por Bolten (1999 En: Eckert *et al.*, 1999) utilizando cintas métricas flexibles

**2.1.3. Exhumación de los huevos:** Gracias a la colaboración de la gente de la zona y funcionarios del PNNT, y a la información que ellos tenían acerca de los nidos (Especie y fecha del desove), se tenía en cuenta el período de incubación promedio para cada especie para poder exhumar los huevos cumplido dicho período y no interferir en el desarrollo del nido ([Figura 2](#)) .



**Figura 2.** Huevos exhumados de uno de los nidos analizados

Se tomó en cuenta todo lo que quedó dentro del nido: Cascarones vacíos, neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con yema, huevos con embrión formándose, huevos con embrión casi completo y huevos predados, para poder estimar el porcentaje de eclosión ( % de neonatos que salen del huevo ), el porcentaje de emergencia ( % de neonatos que llegan a la superficie ), el porcentaje de sobre vivencia ( % de neonatos que llegan vivos al mar ), el porcentaje de mortalidad ( % de tortugas muertas ) y el porcentaje de huevos no fértiles (% de huevos sin embrión), y así tener una idea clara de la condición de la nidada. También se hacía una observación del área donde el nido se encontraba y de los factores que podían intervenir en el desarrollo de éste, como la presencia de animales domésticos, vegetación circundante, luz, actividades humanas, e.t.c.

**2.1.4. Datos morfométricos:** A cada neonato y embrión se le midió el largo estándar (LSC) o largo curvo total, el cual iba desde la nariz hasta el final de las placas caudales.

**2.1.5. Granulometría:** La recolección de muestras para granulometría se realizó siguiendo la metodología de Laverde y Castillo (2000). Se tomaban 100 gr de arena aproximadamente alrededor de cada nido encontrado, y se colocaban en bolsas plásticas para transportarlas hasta el laboratorio de la Universidad Jorge Tadeo Lozano en Santa Marta.

**2.1.6. Metales Pesados:** De cada nido encontrado, se tomaron dos huevos sin abrir y se guardaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y almacenadas en neveras de icopor con hielo, para realizarles los análisis de plomo (Pb) y cobre (Cu) en el laboratorio de química de la Universidad del Magdalena en Santa Marta.

## 2.2. FASE DE LABORATORIO

**2.2.1 Metales Pesados:** Los análisis de Pb y Cu se realizaron en el laboratorio de química de la Universidad del Magdalena mediante Espectroscopia de Absorción Atómica, siendo los elementos determinados por Absorción Atómica empleando un Espectrofotómetro UNICAM-919 de la firma Philips, siguiendo los protocolos procedimentales recomendados por esta empresa y por ICONTEC (Lacera, Com.Pers):

- a. Digestión húmeda en frío con ácido nítrico concentrado, durante 24 horas.
- b. Filtración y fijación de volumen específico con agua completamente desionizada.
- c. Lectura espectrofotométrica con lámparas de cátodo hueco para Pb y Cu respectivamente, fijando las correspondientes corrientes y longitudes de onda.

**2.2.2. Estudio Granulométrico:** La granulometría fue realizada en las instalaciones de la Universidad Jorge Tadeo Lozano siguiendo la metodología propuesta por Pardo (1995) para el análisis granulométrico por tamizado, una de las técnicas más empleadas en el estudio de sedimentos terrígenos arenosos que permite establecer la proporción de cada uno de los tamaños presentes en una muestra.

## 2.3. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la determinación del éxito de eclosión de cada uno de los nidos encontrados, se utilizaron las formulas propuestas por Miller (1999 En: Eckert *et al.*, 1999):

a. % de Eclosión: 
$$\frac{\#S}{\#S+\#SE+\#CE+\#CN+\#P} \times 100$$

Donde: **S** = Cascarones vacíos

**SE** = Huevos sin eclosionar sin embrión

**CE** = Huevos sin eclosionar con embrión

**CN** = Huevos sin eclosionar con neonato

**P** = Huevos predados

El denominador es igual al número de huevos sembrados.

$$\text{b. \% de Emergencia: } \frac{\#S - (\#V + \#M)}{\#S + \#SE + \#CE + \#CN + \#P} \times 100$$

Donde: **V** = Neonatos vivos dentro del nido

**M** = Neonatos muertos en el nido

También se determinó:

$$\text{c. \% de Huevos no fértiles: } \frac{\#SE}{\#S + \#SE + \#CE + \#CN + \#P} \times 100$$

$$\text{d. \% de Mortalidad: } \frac{\#M}{(\#S + \#CE + \#CN + \#P - \#SE)} \times 100$$

$$\text{e. \% de Mortalidad embrionaria: } \frac{\#Embriones}{S + \#SE + \#CE + \#CN + \#P} \times 100$$

**f. \% de Sobre vivencia:** Resulta del número de tortugas vivas que llegan al mar después de salir del nido.

**g. \% de Anormalidades:** Resulta del número de embriones anormales dividido por el número de embriones totales (embriones observados).

Se compararon los porcentajes de anormalidades entre nidos y entre corrales, y se buscó la existencia de diferencias significativas en el tamaño de los neonatos normales y los anormales. Igualmente, se determinó la existencia de diferencias significativas para los porcentajes de emergencia, porcentajes de eclosión y porcentajes de neonatos muertos entre corrales. Todo lo anteriormente mencionado se hizo para cada especie y los resultados se compararon entre ellas.

**2.3.1. Clasificación de Estadíos embrionarios:** Para clasificar a los embriones en las diferentes etapas de desarrollo embrionario, se tomó en cuenta el seguimiento embriológico realizado por Crastz (1982) de la tortuga *Lepidochelys olivacea*, y la medida (LSC) como medida estándar, ya que la mayoría de embriones encontrados estaban en muy mal estado. Los embriones fueron clasificados en:

- a. Disco embrionario
- b. Etapa 2: Embriones desde 0.5 mm y 10 mm.
- c. Etapa 3: Embriones desde 10 mm a 30 mm.
- d. Etapa 4: Embriones desde 30 mm a 60 mm.
- e. Etapa 5: Embriones desde 60 mm a 80 mm.

### 3. RESULTADOS

En este estudio se analizaron 12 nidos pertenecientes a dos de las cuatro especies de tortugas marinas que anidan en estas playas, 8 de los cuales fueron de la tortuga gogó (*Caretta caretta*) y 4 de carey (*Eretmochelys imbricata*) ([Tabla 1](#)).

**Tabla 1.** Nidos de Gogó y Carey en la temporada de anidación de junio hasta septiembre del 2001 (Datos suministrados en campo por personal de la FTMSM, PNNT, Rincón *et al* (2001) y Marrugo y Vásquez (2002)).

Especie	Playa	No. Nidos	Fecha de Traslado	Fecha de exhumación	No. huevos sembrados
<i>C. caretta</i>	Don Diego	1	sep 19 - 01	oct 10 - 01	88
	Guach-Burit	Arroy.tigre	1 ago 17 - 01	oct 07 - 01	110
		Guachaca	1 sep 15 - 01	sep 15 - 01	105
	Boca del Saco	1	NS	oct 27 - 01	56
	Corr. Cañaveral	1	NS	ago 27 - 01	105
		1	NS	ago 27 - 01	115
		1	NS	ago 27 - 01	119
		1	NS	ago 27 - 01	144
<i>E. imbricata</i>	Guach-Burit	Arroy.tigre	1 ago 24 - 01	oct 19 - 01	133
	Cañaveral "is"	1	jul 18 - 01	oct 07 - 01	NS
	Gumarra	1	ago 06 - 01	sep 30 - 01	133
	El Medio	1	ago 12 - 01	Perdido	NS
Total		12			1108

\* "IS" : In situ, NS: No se supo

Se encontraron 842 huevos de gogó, 105 huevos por nido en promedio, con un rango que va desde 56 a 144 huevos y una desviación estándar de 25 ([Tabla 2](#)). Para carey, se encontró un total de 276 huevos, en promedio 68 huevos por nido (Sin tener en cuenta el nido de la playa de El Medio) ([Tabla 3](#)).

**Tabla 2.** Descripción de los nidos que eclosionaron de gogó en las diferentes playas de anidación.

Playa	Huevos Encontrados	Días de Incubación	Tortugas vivas		Huevos no eclosionados
			emergidos	no emergidos	
Don Diego	88	31	15	0	73
A. Tigre	110	50	25	36	49
Guachaca	105	41	49	0	56
Corr. Cañaveral	105	NS	0	0	105
	115	NS	0	0	115
	119	NS	0	0	119
	144	NS	0	0	144
Boca del Saco	56	NS	0	0	56
Total	842				717

**Tabla 3.** Descripción de los nidos que eclosionaron de carey en las diferentes playas de anidación.

Playa	Huevos encontrados	Días de Incubación	Tortugas vivas		Huevos no eclosionados
			emergidos	no emergidos	
A. Tigre	77	44	3	32	45
Cañaveral "is"	72	NS	0	0	NS
Gumarra	123	NS	0	0	123
El Medio	4	NS	0	0	NS
Total	276		3	32	168

Al comparar el número de huevos sembrados por los diferentes operarios con el número de huevos encontrados, se notaron diferencias debidas en parte a la inconsistencia en la toma de datos y a la pérdida de huevos.

### 3.1. PROCESO DE INCUBACIÓN

Los resultados observados en este estudio para los 8 nidos, arrojaron un promedio de 41 días de incubación con un rango entre 31 y 50 días para los huevos de gogó, estando dentro de los rangos registrados para la especie ([Tabla 2](#)).

### 3.2. PROCESO DE ECLOSIÓN

De 842 huevos de gogó solo eclosionaron 125 tortugas, de las cuales 89 emergieron por si solas. El resto de los huevos no eclosionaron por diferentes circunstancias ([Tabla 2](#)). El porcentaje de eclosión en la temporada del 2001 para gogó fue de 14.84%. Para la tortuga carey, de 276 huevos, el 12.68% eclosionó correspondiente al nido que se encontraba en el Arroyo del tigre.

### 3.3 EMERGENCIA DEL NIDO

Para los nidos de gogó de los corrales de anidamiento de Don Diego y Guachaca, este porcentaje es igual al porcentaje de eclosión. En el nido de la playa del Arroyo del Tigre, el porcentaje es de 22.72%, ya que solo 25 neonatos lograron salir normalmente. Para los 842 huevos de tortuga gogó, el porcentaje de emergencia fue de 10.57% ([Tabla 5](#)). Para el nido de carey ubicado en la playa del Arroyo del Tigre el porcentaje de emergencia fue de 3.89%, ya que de los 35 neonatos que eclosionaron, solamente 3 salieron a la superficie del nido ([Tabla 4](#)). Para los 276 huevos de carey, el porcentaje de emergencia fue de 1.08%.

### 3.4. EXHUMACIÓN DE LOS NIDOS

**3.4.1. Huevos infértiles y fértiles:** Durante la exhumación de los huevos se observaron huevos no fértiles, los cuales no tenían indicios de disco embrionario o alguna formación de embrión y se determinaron 5 etapas de desarrollo embrionario para las dos especies de tortugas marinas encontradas ([Tablas 4 y 5](#)) ([Figura7](#)).

Para la tortuga gogó el 11.16% de los huevos que se encontraron eran infértiles y en carey fue el 19.20%.

**Tabla 4.** Estadíos embrionarios presentes en los huevos exhumados de gogó.

Playa	Huevos fértiles	Huevos infértiles	Tortugas Vivas			Huevos con disco embrionario	Huevos con embriones en:											
			Total (T)	Normal (N)	Anormal (A)		Etapa 2			Etapa 3			Etapa 4			Etapa 5		
							T	N	A	T	N	A	T	N	A	T	N	A
Don Diego	46	33	15	15	0	3	19	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	1
A.Tigre	66	40	61	50	11	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	3	
Guachaca	75	6	49	NS	7	2	1	0	0	12	0	3	0	0	11	0	4	
Corr.Cañaveral	NS	NS	D	E	S	C	O	M	P	U	E	S	T	O	S			
	NS	NS	D	E	S	C	O	M	P	U	E	S	T	O	S			
	NS	NS	D	E	S	C	O	M	P	U	E	S	T	O	S			
	NS	NS	D	E	S	C	O	M	P	U	E	S	T	O	S			
Boca del Saco	34	15	0	0	0	0	2	0	0	22	0	7	10	0	9	0	0	
Total	221	94	125	65	18	5	22	0	0	41	0	10	12	0	11	16	0	

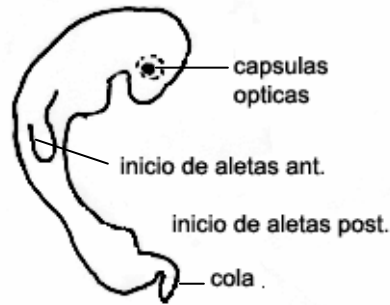
**Tabla 5.** Estadíos embrionarios presentes en los huevos exhumados de Carey.

Playa	Huevos fértiles	Huevos infértiles	Tortugas Vivas			Huevos con disco embrionario	Huevos con embriones en:											
			Total (T)	Normal (N)	Anormal (A)		Etapa 2			Etapa 3			Etapa 4			Etapa 5		
							T	N	A	T	N	A	T	N	A	T	N	A
A.Tigre	67	7	33	24	9	0	4	1	0	8	2	2	10	3	3	8	1	7
Cañaveral "Is"	17	12	0	0	0	4	21	0	0	24	0	15	15	0	12	15	0	15
Gumara	79	34	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	8	2	0	0	0	
El Medio	NS	NS	D	E	S	C	O	M	P	U	E	S	T	O	S			
Total	163	53	33	24	9	4	28	1	0	38	2	17	33	5	15	23	1	

### 3.4.2. Estadíos embrionarios:

**3.4.2.1. Disco embrionario:** Al abrir la cáscara del huevo se observan coágulos de sangre hacia un extremo de éste, además de un disco de color blanco endurecido. 5 de los huevos de gogó lo presentaban y 4 en los de carey.

**3.4.2.2. Embriones en Etapa 2:** El embrión es de color amarillo pálido en el cual se diferencia la cabeza y el cuerpo con claridad. En la cabeza se observa las cápsulas ópticas de color negro, las cuales ocupan una gran parte de ésta, y la formación de la boca. El cuerpo presenta el comienzo de la formación de los 2 pares de miembros y la cola ([Figura 3](#)). Esta etapa es posible observarla en los primeros 12 días de desarrollo.



**Figura 3.** Embrión en etapa 2. Tamaño aproximado (LCT): 0.5 a 10 mm. (Tomado y modificado de Cratz (1982)).

Para gogó el 12.66% de los huevos fértiles observados corresponde a este estadio, encontrándose el mayor número de embriones en el nido del corral de Don Diego. En carey, esta etapa se presentó en el 17.17% de los huevos predominando en el nido de la playa de Gumarra.

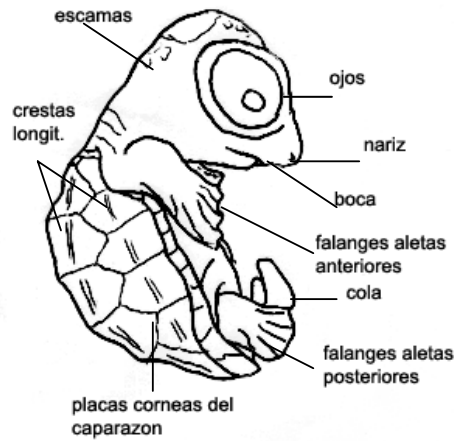
**3.4.2.3. Embriones en Etapa 3 :** El embrión es de color rosado y se le diferencian bien todas las partes del cuerpo. También se observa el inicio de la formación del caparazón como una proyección de la región vertebral con la distribución de las placas córneas que lo cubrirán. Las costillas son evidentes. Algunos embriones presentan las placas muy sueltas (si las presentan) y pigmentadas, aunque generalmente la pigmentación del caparazón es incompleta. Los ojos no son tan grandes como en la etapa anterior y ya hay pigmentación en el iris. El proceso maxilar alcanza el borde del ojo. Las aletas anteriores y posteriores tienen forma de pedal y se distingue el codo en las aletas anteriores. Se observa también la cola entre los miembros posteriores ([Figura 4](#)) Esta etapa es posible observarla entre los 20 y 25 días de desarrollo aproximadamente.



**Figura 4.** Embrión en etapa 3. Tamaño aproximado (LCT) : 10 – 30 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).

El 18.55% de los huevos de la tortuga gogó se observaron con este estadio, la mayoría encontrados en la playa de Boca del Saco. En carey el 23.31% de los huevos lo presentaron, predominando en el nido de la playa de Gumarra.

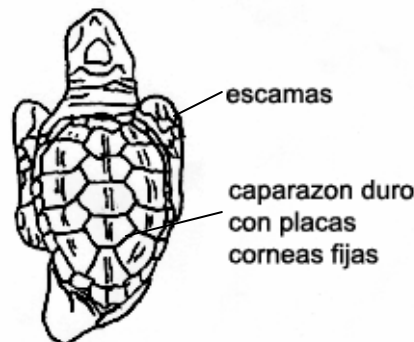
**3.4.2.4. Embriones en Etapa 4:** El embrión ya se asemeja mucho a una tortuga desarrollada completamente. El tamaño de la cabeza se reduce en comparación a los estadios anteriores. El caparazón es blando y delgado, encontrándose las placas córneas más fijadas al cuerpo. Se distinguen las crestas longitudinales a lo largo del caparazón y se observan escamas y pigmentación en cabeza, cuello, aletas, cola y placas marginales ([Figura 5](#)). Esta etapa se encuentra entre los 30 y 35 días de desarrollo aproximadamente.



**Figura 5.** Embrión en etapa 4. Tamaño aproximado (LCT): 30 – 60 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).

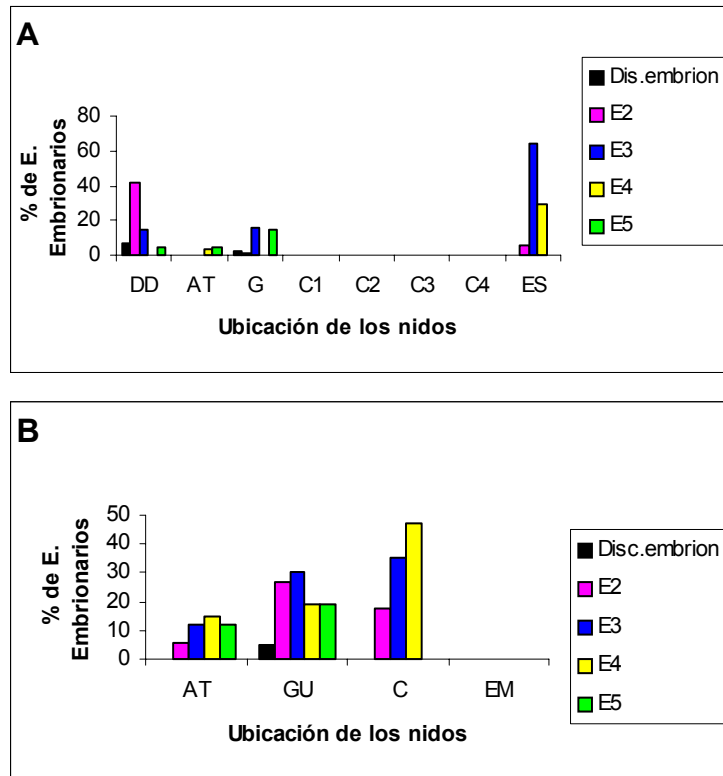
En la tortuga gogó este estadio se observó en el 5.42% de los huevos fértiles, y en el 20.24% de los huevos de Carey, predominando en el nido de la playa de Gumarra.

**3.4.2.5. Embriones en Etapa 5:** Esta es la etapa en la cual la tortuga ya posee la fortaleza para poder salir del cascarón y del nido hacia la superficie. La cabeza se observa totalmente pigmentada y cubierta de escamas. El caparazón es más grueso y duro en comparación a las etapas anteriores, presentando una cresta sobre las placas costales y vertebrales y la coloración asignada para cada especie ([Figura 6](#)). Esta etapa es observable desde los 45 días en adelante.



**Figura 6.** Embrión en etapa 5. Tamaño aproximado (LCT): 60 – 80 mm. (Tomado y Modificado de Cratz (1982)).

El 7.23% de los huevos de la tortuga gogó se encontraron en esta etapa y el 14.11% de los huevos de carey.



**Figura 7.** Estadíos embrionarios presentes en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.

La medida de LCS que se tuvo en cuenta para incluir cada embrión en alguno de los estadíos embrionarios, no pueden ser usada para ubicarlos de una manera exacta, ya que la mayoría de embriones no se encontraban en buen estado o estaban comprimidos. Además, los rangos propuestos solo indican una generalización de las etapas dentro del desarrollo.

**3.4.3. Muerte embrionaria:** Para la tortuga gogó el % de muerte embrionaria fue de 41.17% en 221 huevos fértiles y 10.80% en el total de huevos encontrados para esta especie. Para carey fue del 74.84% en 163 huevos fértiles y de 44.20% en el total de huevos.

**3.4.4. Anormalidades encontradas:** Algunas fallas en el desarrollo y neonatos atípicos son productos, en este caso, muy comunes, de las dos especies de tortugas marinas encontradas durante el desarrollo de esta investigación. Esto puede reflejar la constitución genética del embrión en algunos casos y el ambiente maternal e incubacional en otros.

Para las 2 especies de tortugas analizadas se encontraron las siguientes anomalías:

#### **3.4.4.1. Anormalidades de la cabeza**

**3.4.4.1.1. Microcefalia (CP) :** Disminución del tamaño de la cabeza en comparación con los otros neonatos ([Figura 9 A](#)).

**3.4.4.1.2. Labio leporino (LP):** Se manifiesta por la aparición de una hendidura profunda en la región anterior del maxilar e involucra el orificio nasal externo y parte del techo de la boca ([Figuras 9 B, C, D y E](#)).

**3.4.4.1.3. Maxilar superior sin desarrollar (MSD):** No se observan indicios del maxilar superior, sobresaliendo el inferior ([Figuras 9 A y F](#) ).

**3.4.4.1.4. Anoftalmia (SO):** Ausencia de los orificios oculares ([Figuras 9 A y F](#)).

**3.4.4.1.5. Monoftalmia (1 O):** Presencia de un solo ojo ([Figuras 9 G y H](#)).

**3.4.4.1.6. Ojo más grande (OG) :** Aumento del tamaño de un ojo con respecto al otro.

**3.4.4.1.7. Mandíbula torcida (MT) :** Se caracteriza porque el maxilar inferior no encaja dentro del inferior y se va hacia uno de los lados ([Figuras 9 G y H](#)).

**3.4.4.1.8. Perforación (CPEP):** Presencia de un orificio en la parte superior del cráneo ([Figura 9 I](#)).

**3.4.4.1.9. Protuberancia:** Se observa como un levantamiento en la parte superior del cráneo debido a una compresión sufrida ([Figura 9 J](#)).

**3.4.4.1.10. Sin mandíbula (SMI):** Ausencia de la mandíbula superior ([Figura 9 K](#)).

#### **3.4.4.2. Anormalidades del caparazón**

**3.4.4.2.1. Placas supernumerarias (PSN) e infranumerarias (PIN):** Es la falta de concordancia y variación en el número de las placas del caparazón como resultado de la división de alguna placa normal, por la presencia de placas más pequeñas dentro de una grande (pestañas), o por la fusión de 1 o más placas ([Tablas 6 y 7](#)) ([Figuras 10 A - G y 10 I - K](#) (placas supernumerarias), 10 L - Ñ (placas infranumerarias) .

**3.4.4.2.2. Distribución anormal (DA):** Se da esta asignación a los caparazones que llegan a cumplir con el número normal de placas gracias a alguna fusión o ausencia de las placas y a la vez por la división de algunas placas, como también por la aparición de líneas que insinúan una posible división que no llega a ser completa (suturas) en algunas placas ([Figuras 10 H, M y Ñ](#)).

**Tabla 6.** Variación del número de las placas costales derechas e izquierdas y las placas vertebrales del caparazón de la tortuga gogó (Combinación).

Combinación de placas Cd – vertebral - Cizq	Don Diego	A.Tigre	Guachaca	Boca Del Saco	Total
5 – 8 – 3		1			1
5 – 5 – 5	1	13	4	11	29
5 – 6 – 5			7	1	8
5 – 7 – 5			1		1
8 – 7 – 5			1		1
NSV		2	1	5	8
<b>Total</b>	1	16	14	17	48

\* Cd: Costal derecha. Cizq: Costal izquierda

**Tabla 7.** Variación del número de las placas costales derechas e izquierdas y las placas vertebrales del caparazón de la tortuga carey.

Combinación de placas Cd – vertebral- Cizq	A. Tigre	Cañaveral	Gumarra	Total
4 – 6 – 4	10		5	15
4 – 5 – 4	25	2	2	29
5 – 6 – 4	3		3	6
5 – 7 – 4	1		1	2
4 – 3 – 4	1			1
4 – 7 – 4	1			1
4 – 8 – 4	1			1
3 – 8 – 4	1		1	2
3 – 11 – 3	1			1
4 – 5 – 5	2		1	3
3 – 8 – 3	1			1
4 – 5 – 3			1	1
4 – 6 – 5			1	1
4 – 7 – 5			1	1
5 – 8 – 5			2	2
3 – 9 – 4			1	1
3 – 7 – 4			1	1
5 – 8 – 4			1	1
3 – 6 – 3			1	1
4 – 2 – 4			2	2
NSV			18	18
<b>Total</b>	47	2	42	91

**3.4.4.2.3. Nucal divida (ND):** La placa nucal es la placa central que se encuentra al comienzo del caparazón al lado de las placas marginales. Esta se observó divida verticalmente en el centro en algunos casos.

**3.4.4.2.4. Sin nucal ( SN):** Ausencia de la placa nucal ([Figura 10 O](#)).

### 3.4.4.3. Anormalidades del cuerpo

**3.4.4.3.1. Albinismo Parcial(ALB):** Falta de pigmentación en el cuerpo y en los ojos ([Figura 11 A](#)).

**3.4.4.3.2. Compresión (COM):** Se produce una variación en la relación longitud, anchura y altura del caparazón o de la cabeza ([Figuras 11 B- J](#)).

**3.4.4.3.3. Protuberancia en el cuello (PC):** Presencia de una especie de verruga en un lado del cuello ([Figura 11 K](#)).

**3.4.4.3.4. Aleta ancha (AA):** Variación en la anchura de una aleta con respecto a la otra.

**3.4.4.3.5. Aleta más larga (AL):** Variación de la longitud de una aleta con respecto a la otra.

**3.4.4.3.6. Capa transparente en orificio vitelino:** Esta anomalía se presentó únicamente en dos tortugas carey, en la cual se observa el orificio por donde el vitelo está unido a la tortuga, cubierto de una capa transparente que permite observar algunos órganos internos ([Figura 8](#)).



**Figura 8.** Tortuga gogó que presenta una capa transparente en el orificio vitelino.

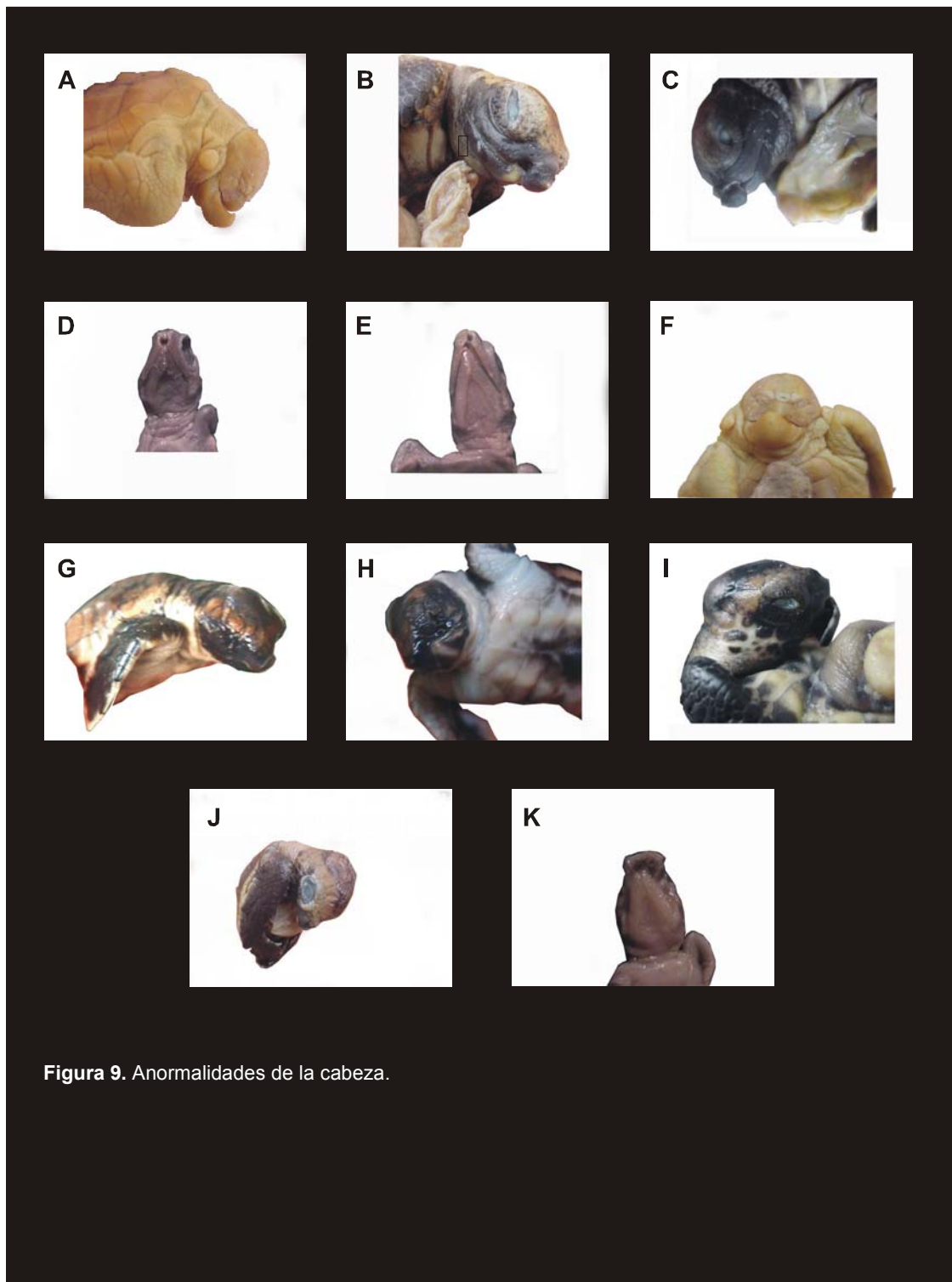


Figura 9. Anormalidades de la cabeza.

Figura 9

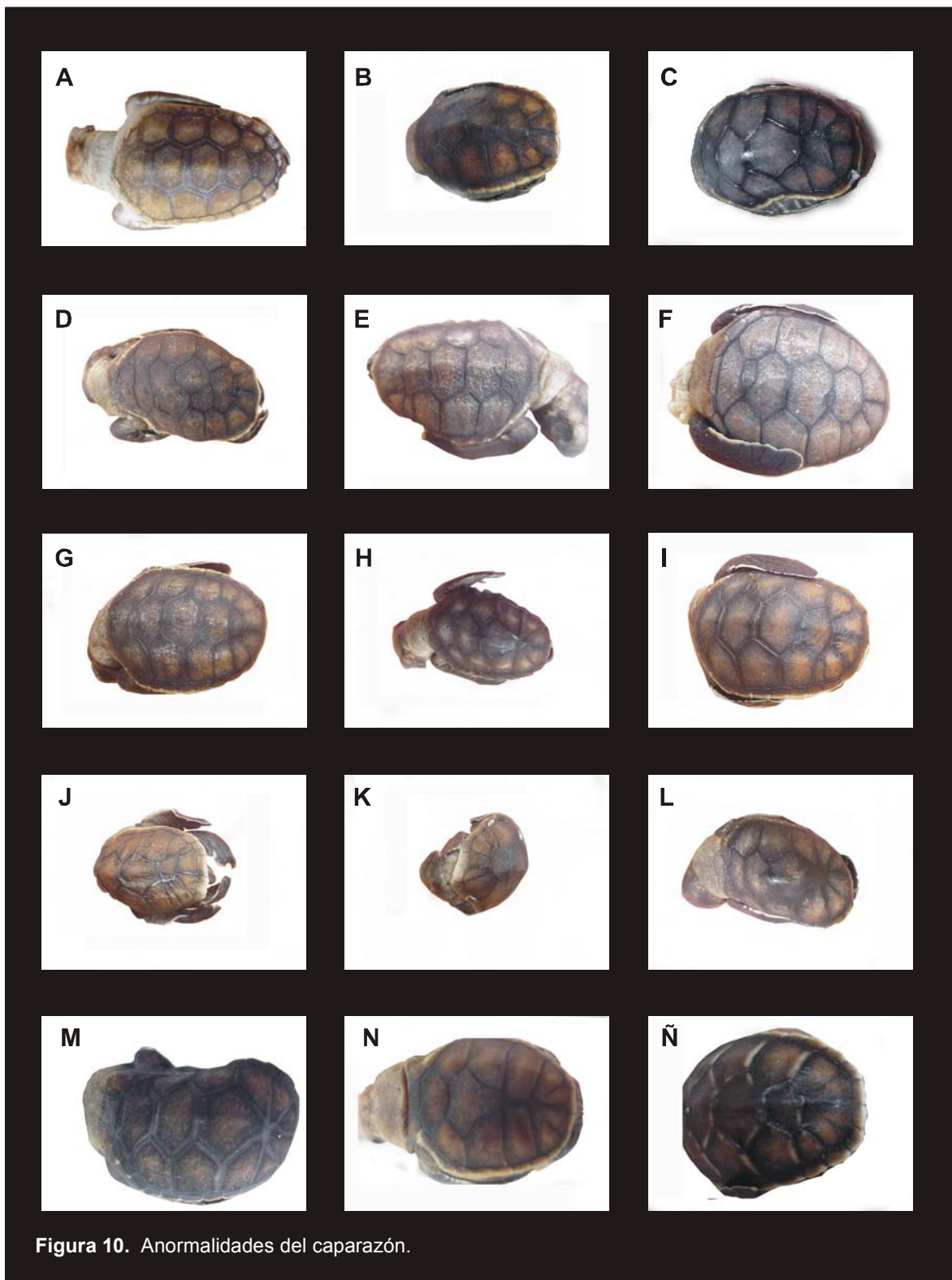


Figura 10. Anormalidades del caparazón.

Figura 10

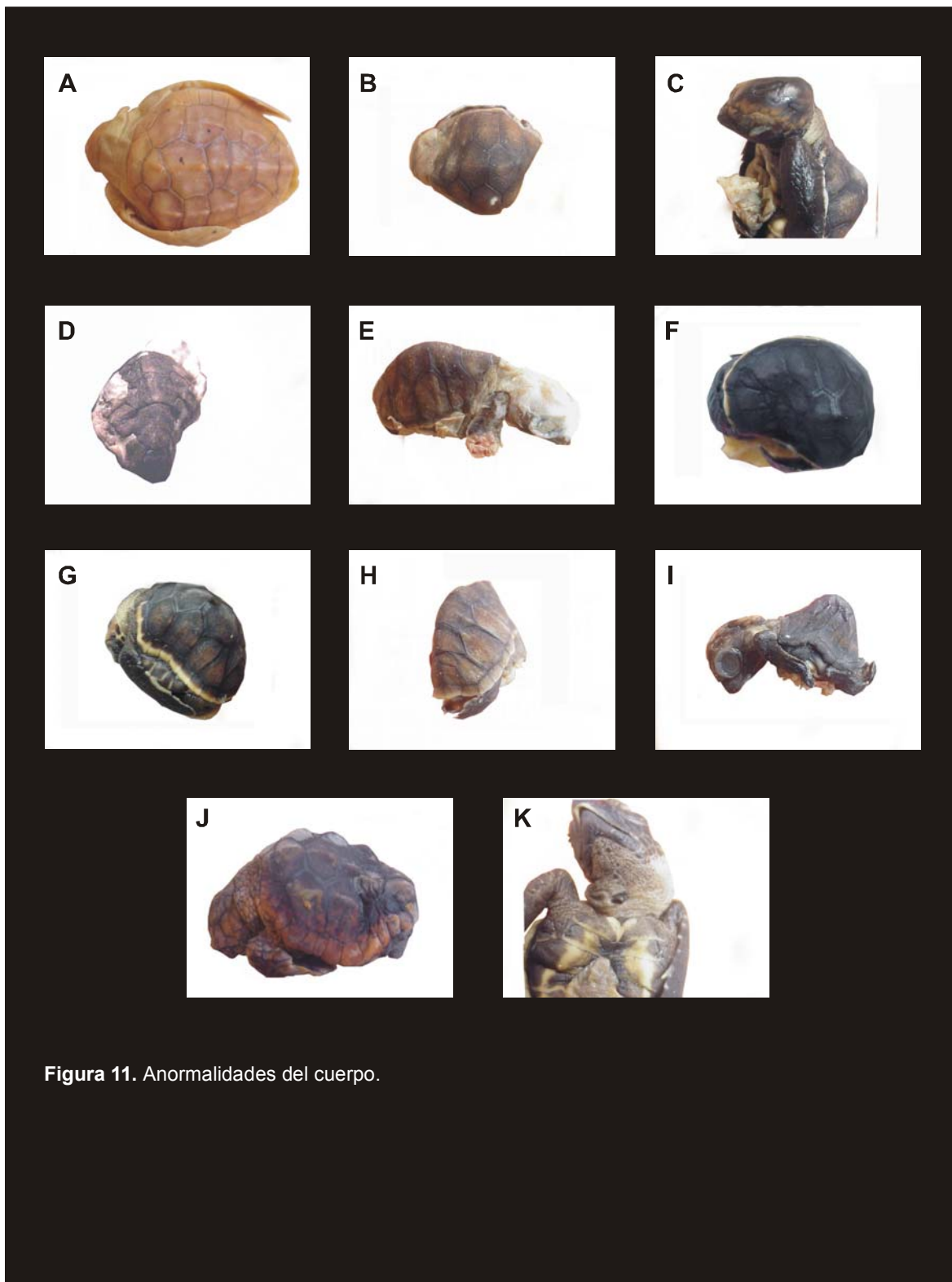


Figura 11. Anormalidades del cuerpo.

Figura 11

**3.4.5. Anormalidades en la tortuga Gogó:** Para la tortuga gogó se presentaron anormalidades en el 21.17% de los huevos fértiles, encontrándose algunas de ellas en los siguientes nidos:

#### 3.4.5.1. Nido del Corral de Anidamiento de Don Diego

**Tabla 8.** Anormalidades presentes en el nido del corral de anidamiento de Don Diego.

NT	Combinación de placas Md-cd-vertebral-cizq-Mizq	PSN	PIN	ALB	CP	PC	MSD	LP	SO	AA	ND	OG	COM	MT	CPER	DA	EE	V	Cat
1	12-5-5-5-11												1				5		

\*NT: Número de tortuga. EE: Estadío embrionario. V: Vivas. Cat: Ver Catálogo. Md: Marginal derecha. Mizq: Marginal izq.

#### 3.4.5.2. Nido de la playa del Arroyo del Tigre

**Tabla 9.** Anormalidades encontradas en el nido de la playa Arroyo del Tigre.

NT	Combinación de placas Md-cd-vertebral-cizq-Mizq	PSN	PIN	ALB	CP	PC	MSD	LP	SO	AA	ND	OG	COM	MT	CPER	DA	EE	V	Cat
1	12-5-8-3-12	1		1	1	1	1		1								5		8
2	NSV																4		
3	NSV												1				4		
4	10-5-5-5-10												1				5		1
5	11-5-5-5-11							1					1				5		1
6	11-5-5-5-11									1			1				5		1
7	11-5-5-5-11			1													5	v	1
8	11-5-5-5-11			1													5	v	1
9	11-5-5-5-11			1													5	v	1
10	11-5-5-5-11			1													5	v	1
11	11-5-5-5-11			1													5	v	1
12	11-5-5-5-11			1													5	v	1
13	11-5-5-5-11			1													5	v	1
14	11-5-5-5-11			1													5	v	1
15	11-5-5-5-11			1													5	v	1
16	11-5-5-5-11			1													5	v	1
17	11-5-5-5-11			1													5	v	1
	Total	1		12	1	1	1	1	1	1			4						

\*NSV: No se ven las placas del caparazón.

### 3.4.5.3. Nido del Corral de Anidamiento de Guachaca

**Tabla 10.** Anormalidades presentes en el nido del corral de Guachaca

NT	Combinación de placas Md-cd-vertebral-cizq-Mizq	PSN	PIN	ALB	CP	PC	MSD	LP	SO	AA	ND	OG	COM	MT	CPER	DA	EE	V	Cat
1	12-5-6-5-12	1															5	v	2
2	12-5-6-5-12	1															5	v	2
3	12-5-5-5-12															1	5	v	4
4	12-5-7-5-12	1															5	v	5
5	12-5-6-5-12	1															5	v	6
6	12-5-5-5-12																5	v	1
7	12-5-5-5-12							1									5	v	1
8	12-5-6-5-12	1															5		2
9	12-8-7-5-12	1											1				5		3
10	12-5-5-5-12							1									5		1
11	12-5-6-5-12	1											1				5		2
12	11-5-6-5-11							1					1				3		2
13	11-5-6-5-11							1					1				3		2
14	NSV																3		
	Total	7						4					4			1			

### 3.4.5.4. Nido de la playa Boca del Saco

**Tabla 11.** Anormalidades encontradas en el nido de la playa Boca del Saco

NT	Combinación de placas Md-cd-vertebral-cizq-Mizq	PSN	PIN	ALB	CP	PC	MSD	LP	SO	AA	ND	OG	COM	MT	CPER	DA	EE	V	Cat
1	11-5-5-5-11										1						4		9
2	11-5-5-5-11										1						4		9
3	12-5-5-5-11																4		1
4	11-5-6-5-11	1															4		10
5	?-5-5-5-?							1									4		1
6	?-5-5-5-?																4		1
7	?-5-5-5-?												1				4		1
8	?-5-5-5-?													1			3		1
9	?-5-5-5-?											1					3		1
10	10-5-5-5-12												1				4		1
11	11-5-5-5-11														1		3		1
12	NSV							1					1				4		
13	NSV																4		
14	12-5-5-5-12												1				3		1
15	NSV																3		
16	NSV							1					1				3		
17	NSV												1				3		
	Total	1						3			2	1	6	1	1				

**3.4.6. Anormalidades en la tortuga Carey:** Para la tortuga carey el 48.46% de los huevos fértiles presentaron anormalidades y se encontraron en los siguientes nidos:

**3.4.6.1. Nido de la playa del Arroyo del Tigre**

**Tabla 12.** Anormalidades presentes en el nido de la playa del Arroyo del Tigre.

NT	Combinación de placas	PSN	PIN	DA	COM	AL	SN	10	OG	MT	PC	SMI	PCU	LP	EE	V	Cat
	Md-cd-vertebral-cizq-Mizq																
1	11-4-6-4-11	1													5	v	8
2	10-4-5-4-10														5	v	1
3	11-5-6-4-11	1													5	v	9
4	11-6-6-4-11	1													5	v	10
5	12-5-7-4-11	1													5	v	11
6	11-4-6-4-11	1													5	v	12
7	11-4-6-4-12	1													5	v	8
8	11-4-6-4-12	1													5	v	8
9	11-4-6-4-12	1													5	v	8
10	11-4-3-4-11		1												5	v	13
11	11-4-6-4-11	1													5	v	14
12	11-4-5-5-11	1													5	v	15
13	11-5-6-4-11	1													5	v	43
14	11-4-5-4-11			1											5	v	16
15	11-4-5-4-11			1											5	v	17
16	11-4-6-4-11	1													5	v	18
17	11-4-7-4-11	1													5	v	19
18	11-4-5-4-11			1											5	v	20
19	11-4-5-4-11			1											5	v	21
20	11-4-5-4-11			1											5	v	22
21	11-4-5-4-12														5	v	1
22	11-4-8-4-11	1													5	v	23
23	11-3-8-4-11	1	1												5	v	35
24	11-4-6-4-11	1													5	v	12
25	11-4-5-4-11				1										5	v	1
26	?-3-11-3-?	1	1		1										4		2
27	11-4-5-5-12	1				1									5		7
28	?-3-8-3-?	1	1												5		4
29	12-4-6-4-12	1													5		5
30	11-4-5-4-11			1	1										5		6
31	12-4-5-4-11			1	1										5		3
32	11-4-5-5-11	1				1									4		7
33	12-4-5-4-12			1											4		3
34	11-4-5-4-11			1											5		3
35	11-4-5-4-11			1											5		3
36	11-4-5-4-11			1											3		20
37	11-4-5-4-11												1		3		20
	Total	21	4	11	5	2								1			

### 3.4.6.2. Nido de la playa de Gumarra

Tabla 13. Anormalidades encontradas en el nido de la playa de Gumarra.

NT	Combinación de placas	PSN	PIN	DA	COM	AL	SN	1O	OG	MT	PC	SMI	PCU	LP	EE	V	Cat
	Md-cd-vertebral-cizq-Mizq																
1	11-4-6-4-11	1			1										5		25
2	11-4-5-3-12		1		1										5		26
3	11-4-6-5-11	1			1										5		27
4	11-4-7-5-11	1			1										5		28
5	11-4-6-4-11	1			1		1								5		29
6	11-4-5-4-11			1			1								5		30
7	11-5-8-5-12	1			1		1				1				5		41
8	11-3-9-4-11	1	1		1		1								5		32
9	11-5-6-4-11	1			1										5		33
10	12-3-7-4-12	1	1		1										5		34
11	11-3-8-4-12	1			1							1			4		35
12	11-4-5-5-11	1			1								1		4		36
13	11-5-8-4-11	1			1		1								4		37
14	?-3-6-3-?	1	1		1										4		38
15	11-4-2-4-11		1		1										4		39
16	11-4-6-4-11	1			1		1							1	5		29
17	12-4-5-4-11			1	1		1								5		30
18	11-4-2-4-11		1												4		40
19	11-5-8-5-11	1													5		41
20	11-5-7-4-11	1													5		42
21	11-5-6-4-11	1			1										5		9
22	11-4-6-4-11	1			1										4		44
23	11-4-6-4-11	1			1										4		43
24	NSV				1										4		
25	11-5-6-4-11	1			1										4		45
26	NSV				1										4		
27	NSV				1										4		
28	NSV								1						3		
29	NSV								1	1					3		
30	NSV								1	1					3		
31	NSV								1	1					3		
32	NSV								1	1					3		
33	NSV								1	1					3		
34	NSV								1	1					3		
35	NSV								1	1					3		
36	NSV								1	1					3		
37	NSV								1	1					3		
38	NSV									1					3		
39	NSV									1					3		
40	NSV							1							3		
41	NSV							1							3		
42	NSV							1							3		
	Total	19	6	2	23		7	3	10	11	1	1	1	1			

**3.4.7. Condiciones en las que se encontraron los huevos:** En la exhumación, los huevos se encontraban en diferentes condiciones que permitieron la observación e identificación de varios elementos que pudieron intervenir en el éxito de las nidadas ([Tablas 14](#) y [15](#)).

**Tabla 14.** Descripción de los nidos exhumados de carey.

Playa	Estado de los huevos						
	cocinados	con raíces	Huevos en mal estado				
			inflados	rosados	hongo negro	gusanos	podridos
A.Tigre	12	2	4	0	1	0	1
Cañaveral "is"	19	9	5	8	4	27	1
Gumarra	68	4	0	0	0	0	5
El Medio	0	0	0	4	0	0	0
Total	99	15	9	12	5	27	7

**Tabla 15.** Descripción de los nidos exhumados de gogó

Playa	Estado de los huevos						
	cocinados	con raíces	Huevos en mal estado				
			inflados	rosados	hongo negro	gusanos	podridos
Don Diego	60	1	0	40	0	1	0
A.Tigre	0	0	0	0	0	0	0
Guachaca	9	0	0	0	4	2	1
Corr.Cañaveral	0	105	0	0	0	0	0
	115	115	0	0	0	0	0
	119	119	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	118
Boca del Saco	48	1	1	27	0	2	9
Total	374	341	1	67	4	5	128

**3.4.7.1. Huevos cocinados:** Se dio esta asignación a los huevos encontrados que tenían un aspecto parecido al de un huevo cocido en cuanto a color y textura. Esta última se presentó en varios grados: desde una coloidal (más densa de lo normal) hasta una totalmente dura. Tanto en los nidos de caguama como en los de carey, esta condición fue la que afectó en mayor medida la eclosión de los nidos ([Tablas 14](#) y [15](#)).

El 44.41% de los huevos encontrados de tortuga gogó presentó algún grado de cocción. Los nidos más afectados con esta condición fueron dos en el corral de Cañaveral, en los que se perdió la totalidad de los huevos por esta causa, seguidos por el nido de la playa Boca del Saco y el nido del corral Don Diego. En los nidos de carey, la cocción se presentó en el 35.86% de los huevos siendo el más afectado el nido de playa de Gumarra con el 55.3% de los huevos, seguido por el de la playa de Cañaveral.

**3.4.7.2. Huevos afectados por raíces:** La mayoría de huevos de gogó que se observaron con raíces se encontraron en 3 de los nidos del corral de Cañaveral, siendo esta la segunda condición en importancia para esta especie que afectó considerablemente el desarrollo de los huevos. Para carey, los huevos con raíces no presentaron porcentajes tan altos como en gogó, encontrándose en el 5.43% de los huevos ([Tablas 14 y 15](#)) ([Figura 12](#)).



**Figura 12.** Huevos con raíces de uno de los nidos analizados

**3.4.7.3 Huevos hinchados:** Estos huevos eran totalmente redondos, inflados y presentaban una coloración amarilla. Al abrirlos, se encontraba su interior cocinado con líquido o totalmente líquido y de mal olor. En los nidos de gogó solo se encontró 1 huevo con esta característica perteneciente al nido de la playa Boca del Saco. Para carey se encontraron solo 9 huevos en los nidos de la playa de Cañaveral y la playa del Arroyo del Tigre ([Tablas 14 y 15](#)).

**3.4.7.4. Huevos descompuestos (rosados y negros):** La característica de huevos rosados se dio a los huevos que presentaban en su interior una coloración que iba de rosado a morado oscuro ([Figura 13](#)).



**Figura 13.** Huevo rosado y cocinado encontrado en uno de los nidos analizados.

Esta condición se observó en el 7.96% de los huevos de gogó, en especial en los que se encontraban en el nido de la playa Boca del Saco y en el corral de Don Diego. En carey, se presentó en un 4.35% afectando a todos los huevos encontrados en la playa de El Medio y algunos del nido de la playa de Cañaveral ([Tablas 4 y 5](#)).

Los huevos negros se definen como los huevos que presentan en el exterior del cascarón manchas negras que en algunos casos cubre la totalidad de los huevos, observándose principalmente en huevos cocinados. En los nidos de gogó, esta característica se observó en el 0.475% de los huevos de esta especie y en carey, en el 1.81% ([Tablas 4 y 5](#)).

**3.4.7.5. Huevos con larvas :** Las larvas que al parecer eran de moscas, aparecieron en el 0.59% de los huevos de la tortuga gogó y en el 9.78% de los huevos del carey, la mayoría pertenecientes al nido de la playa de Cañaveral ([Tablas 14 y 15](#)).

**3.4.7.6. Huevos podridos:** Los huevos podridos eran aquellos que presentaban un alto grado de descomposición, olor fétido y ninguna de las condiciones anteriormente mencionadas. En la tortuga gogó se observó el 14.13% del total, predominando esta condición en uno de los nidos del corral de Cañaveral. Para la tortuga carey solo se observó en el 2.54% de los huevos ([Tablas 14 y 15](#)).

### 3.5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Los nidos de la tortuga gogó están rodeados en su mayor parte por arena fina ([Tabla 16](#)). En los nidos de carey, el 50% se hallaba constituido por arena fina y la otra mitad por arena gruesa ([Tabla 17](#)).

**Tabla 16.** Distribución del tamaño del grano en los diferentes nidos de gogó

Playa	Tamaño del grano (en milímetros)							
	4	2	1,25	0,63	0,45	0,160	0,112	0,063
Don Diego	0	0,29	0,98	11,7	19,09	66,39	1,38	0,08
A.tigre	0,38	5,35	7,02	13,09	22,1	31,56	0,38	0,04
Guachaca	0	0,6	1,69	20,89	22,95	51,67	1,95	0,11
El Saco	0,26	2,42	14,49	55,31	10,29	16,53	0,41	0,16
Corr.Cañav	0,1	1,18	5,87	43,46	18,76	29,24	1,16	0,14

**Tabla 17.** Distribución del tamaño del grano en los diferentes nidos de carey

Playa	Tamaño del grano (en milímetros)							
	4	2	1,25	0,63	0,45	0,16	0,112	0,063
A.tigre	0,32	4,49	5,89	10,98	18,53	43,22	0,32	0,04
Cañaveral	0,1	1,18	5,87	43,46	18,76	29,24	1,16	0,14
Gumarra	0	1,74	7,88	33,24	9,51	44,38	2,47	0,38
El Medio	0	14,31	95,6	168,38	11,03	3,56	0,27	0,36

### 3.6. ANÁLISIS DE METALES PESADOS: PLOMO (Pb) Y COBRE (Cu)

El Plomo y el Cobre se consideran teratógenos ya que se ha observado que causan anomalías en el desarrollo fetal (Lacera, Com. Pers). Para los huevos de la tortuga gogó se detectó plomo en 3 nidos, siendo el más afectado el de la playa Boca del Saco y se halló cobre en el nido del corral de Guachaca. En los nidos de carey, se presentó plomo en los cuatro nidos analizados, siendo los de mayor concentración los nidos de la playa de Cañaveral y de la playa de El Medio. El cobre no tuvo

concentraciones altas, pero se encontró en mayor cantidad en la playa del Arroyo del Tigre ([Tabla 18](#)).

**Tabla 18.** Resultado de los análisis de cobre y plomo en los huevos de los nidos encontrados.

Especie	Nido	Cu (mg/100g)	Pb (mg/100g)
<i>C.caretta</i>	Don Diego	ND	5,09
	A. Tigre	4,43	ND
	Guachaca	26,4	6,14
	El Saco	ND	31,02
<i>E.imbricata</i>	A. Tigre	5,39	6,04
	Cañaveral	2,87	16,02
	Gumarra	ND	10,4
	El Medio	3,64	12,28

\*ND: No detectable con la metodología empleada.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sostiene que el mínimo tolerable de plomo en sangre es de 0.25 mg / 100 gr (pp 100 mil).

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. ÉXITO DE LOS NIDOS

El promedio de huevos por nido para la tortuga gogó, se encontró dentro de lo normal observado y recopilado por Ramírez (1976) en los años 74 y 75 para la misma área de trabajo: 110 huevos en promedio con un rango de 60 a 176 en 50 nidos, y variaciones de 57 a 144 con una media de 103 huevos en 42 nidos en las playas de Buritaca. También se observa dentro del promedio de 100 a 130 huevos para la zona del Atlántico y el Caribe a nivel mundial reportado por Mortimer y Pritchard (1999 En: Eckert *et al.*, 1999) y dentro de los 112 huevos promedio registrado por Lutz y Musik (1997). El promedio de 133 huevos encontrado para la tortuga carey, está dentro del rango registrado por Amorocho y López (1998) de 53 a 230 huevos por nido en la costa norte de Colombia y el rango a nivel mundial de 110 a 180 huevos dicho por Mortimer y Pritchard (1999 En: Eckert *et al.*, 1999) y Lutz y Musik (1997) de 130.

Cabe resaltar que los nidos encontrados fuera del PNNT fueron comprados a personas de la región que en la mayoría de los casos consumen algunos huevos del total puesto por las hembras, pues la población que habita en es zona es muy pobre, debido a creencias mágicas o de tipo alimenticio. Dos casos concretos de pérdidas ocurrieron en uno de los nidos de la playa del Arroyo del Tigre de donde desaparecieron 56 huevos después de sembrado el nido (Este nido fue depredado por un perro, ya que no se encontraba ubicado dentro del corral) , y en la playa de Gumarra donde hacían falta 10.

El porcentaje de eclosión del 14.84% para la tortuga gogó ([Tabla 2](#)) estuvo muy por debajo de los datos registrados por la FTMSM en los criaderos de Buritaca y Don Diego, del 58.21% y el 44.44% para los años 96 y 97 respectivamente, reportados en Amorocho y López (1998). Solamente, tres de los ocho nido encontrados eclosionaron, lo que significa que el 62.5% de los huevos no eclosionó, la mayoría de ellos situados en el PNNT. Para carey el porcentaje de eclosión del 12.68% fue aún más bajo (solamente 1 de 4 nidos) ([Tabla 3](#)), comparado con el 72.72% y 66.66% de los años 96 y 97 reportados por la FTMSM (Amorocho y López (1998)).

Para los nidos de la tortuga caguama de los corrales de Don Diego y Guachaca, el porcentaje de emergencia es igual al de la eclosión. En el nido de la playa del Arroyo del Tigre este porcentaje es del 22.72%, ya que solo 25 neonatos lograron salir normalmente. Para el nido de carey de esta misma playa, el porcentaje de emergencia fue del 3.89%, ya que de los 35 neonatos eclosionados salieron solo 3 a la superficie por sus propios medios. Normalmente, el poder o no emerger es un mecanismo de selección natural. Para los nidos donde los neonatos no emergieron completamente, dicho porcentaje no muestra realmente la fortaleza de las tortugas sino más bien, un acontecimiento fortuito, ya que lo nidos presentaban una maraña de raíces en la parte superficial en la que quedaron atrapados la mayoría.

#### **4.2. ESTADÍOS EMBRIONARIOS**

De los 842 huevos analizados de gogó, el 11.16% fueron infértiles. Para la tortuga gogó, el porcentaje de infertilidad fue de 19.20%. Esta infertilidad se asume frecuentemente cuando ningún embrión se encuentra en la inspección y tampoco hay indicios del disco embrionario; pero puede malinterpretarse cuando la muerte temprana de embriones o el disco embrionario se enmascara por la descomposición, cocción y ataques bacterianos de los huevos, ya que así no se ven embriones. Como

se observa en las [tablas 9](#) y [10](#), la sumatoria de los huevos fértiles e infértiles no coincide con el total de los huevos de cada nido, pues los que no entraron en la cuenta se encontraron en un alto grado de descomposición. Es muy probable que en algunos nidos donde hubo huevos considerados como infértiles, éstos estuvieran en el estado de gástrula antes de la ovoposición, conclusión sacada por Blanck y Sawyer (1981) después de no encontrarse ningún embrión de gogó en 50 huevos escogidos de varios nidos durante dos horas de ovoposición, observando más tarde que la mayoría de nidos de los cuales los huevos fueron tomados, exhibieron porcentajes de eclosión del 70% - 80%.

Para los nidos de caguama se encontró el 26.24% de huevos fértiles y para carey el 59.07%, compuestos en su mayoría por embriones que se encontraban en la etapa 3 de desarrollo ([Tablas 9](#) y [10](#)), en la cual se comienza a observar la formación del caparazón. El resto de embriones se encuentran en las etapas 2 y 4. Teniendo en cuenta el estudio realizado por Blanck y Sawyer (1981), la mayor parte de las muertes de embriones ocurre antes de que el embrión complete la tercera semana de desarrollo, siendo este, un período crítico para las tortugas en formación. Posible, esto es el resultado de la forma como fueron trasladados los nidos, pues se recorrió muchas distancias con los huevos. Por ejemplo, el nido del corral de Don Diego fue trasladado sin saber el tiempo que llevaba de puesto, pues la persona encargada de los recorridos nocturnos llevaba 10 días sin salir (por enfermedad) cuando lo encontró; en el resto de nidos la situación no fue tan drástica, pero en casi todos, por las distancias de traslado y el poco personal, los tiempos recomendados para el traslado fueron excedidos.

Algunos investigadores como Blanck y Sawyer (1981), Eckert y Eckert (1990) y Ackerman (1997 En: Lutz y Musick 1997), creen que el huevo sólo se puede moverse dentro de las primeras 48 horas o después de los 40 días de incubación sin

consecuencias para el desarrollo embrionario temprano de gogó. Blanck y Sawyer (1981) creen que la organización de las membranas extra-embriónicas son indispensables para la supervivencia de los embriones de gogó y posiblemente de las otras tortugas marinas. Si la organización es interrumpida, puede resultar un agarre incompleto del embrión a la cáscara del huevo, rompimiento de los nuevos vasos sanguíneos formados, aberturas en la membrana del saco de yema y una temprana muerte embrionaria. Además, la mayoría de los tejidos de los embriones encontrados en las primeras etapas de desarrollo son muy blandos y muy sensibles a la descomposición por parte de los diferentes organismos patógenos y son los que llevaban más tiempo de muertos.

#### **4.3. ANORMALIDADES DE EMBRIONES Y NEONATOS**

La mayoría de anomalías se presentó a partir de la etapa 3 del desarrollo embrionario, debido a que las anomalías más frecuentes (anomalías en la distribución de las placas del caparazón y la compresión) se hacen notorias a partir de éste período. Como se mencionó anteriormente, desde este momento, se hacen visibles las escamas del caparazón y comienza a solidificarse el esqueleto, siendo factible la marcación de cualquier opresión del nido sobre los embriones ([Tabla 9 y 10](#)).

El porcentaje de tortugas anormales arrojado por este estudio es de 21.71% para la tortuga gogó en 221 huevos fértiles y del 5.70%, del total de huevos encontrados. Para carey fue del 49.07% en 163 huevos fértiles y del 28.98% en 276. estos porcentajes son excesivamente altos al compararse con los estudios realizados por Mc Gehee (1979 En: Carswell y Lewis, 2001), donde registra un porcentaje del 0.6% de anomalías en 5.666 huevos, y los hechos por Blanck y Sawyer (1981), reportan un porcentaje de anomalías del 1% en 2.811 huevos de gogó. Miller (1982 En:

---

Carswell y Lewis, 2001) registra un porcentaje del 0.17% en 90.000 huevos y en el seguimiento realizado por Carswell y Lewis (2001) desde 1992 hasta el 2001, reportan una incidencia de anormalidades en la tortuga gogó del 0.34% en embriones y neonatos examinados (46 embriones anormales de 13.660) y un porcentaje del 0.17% del total de los huevos (46 embriones en 27.290). Como se observa en las [tablas 13 – 18](#), una tortuga puede presentar varias combinaciones de las anormalidades encontradas.

Las anormalidades en la distribución de las placas del caparazón ya habían sido reportadas en la zona de estudio para los años 74 y 75 por Ramírez (1976), quien no menciona el porcentaje de aparición de éstas, y por Cañón *et al* (2000), donde 10 neonatos de 20 presentaron ésta condición y un neonato con monoftalmia y mandíbula torcida (Ver Anexos: Fotos 7 y 8). Esto muestra que esta situación no es nueva y no es azarosa, aunque en ambos reportes se habla de nidos trasladados.

En la gran cantidad de experiencias de protección de tortugas en el mundo, no se han reportado casos de anormalidades (sobre todo en Colombia), principalmente porque no lleva un seguimiento riguroso en busca de éstas. Esto ocurre sobre todo en las anomalías de distribución de las placas del caparazón pues muchas veces pasan desapercibidas, ya que por la gran cantidad de neonatos en otros lugares, esta tarea de inspección se dificulta. En este estudio se hicieron pruebas con personas que llevaban varios años trabajando con tortugas, mostrándoles tanto neonatos como embriones anormales, y en gran medida ellos los tomaron como normales.

Las anormalidades más frecuentes para la tortuga gogó fueron: la compresión que fue encontrada en el 6.78% de los huevos fértiles, el albinismo en el 5.42%, la presencia de placas supernumerarias en el 4.07% y el labio leporino en el 3.61%. El resto de las anormalidades no sobrepasa el 1%. En carey, la más frecuente fue la presencia de

placas supernumerarias encontrada en el 24.53% de los huevos fértiles analizados, seguida de la compresión en el 17.17%, la distribución anormal de placas con el 7.97%, mandíbula torcida (6.74%), placas infranumerarias y ojo más grande que el otro con el 6.13% y la ausencia de la placa nugal en el 4.29% de los huevos. Las anomalías restantes no sobrepasan el 1.5%.

No se encontró relación entre el porcentaje de eclosión y el porcentaje total de anomalías, pues tanto en nidos donde hubo eclosión como en los que no la hubo se presentaron en gran cantidad, con excepción de los nidos que se encontraron en alto grado de descomposición ya que en ello no se pudo apreciar nada. Los huevos posiblemente detuvieron su desarrollo muy temprano y en ese momento es más fácil que los embriones (apenas visibles) se enmascaren totalmente por cualquier tipo de descomposición.

**4.3.1. Compresión:** Más detalladamente (anormalidad por anomalía), si se encontraron relaciones entre algunas anomalías y la eclosión, por ejemplo, la compresión del caparazón se dio en gran medida en los embriones de los nidos que no eclosionaron, y en baja proporción en los nidos que hubo eclosión, donde se presentaron dos casos de neonatos con esta anomalía la cual se consideró como una de las principales causas de mortalidad, pues puede comprometer gran cantidad de órganos vitales. Fue una de las anomalías más frecuentes para las dos especies, resultado de la manera en que los huevos fueron sembrados y ubicados en las diferentes playas. La presión hecha por la arena que cubre los nidos en el momento de la siembra, o la ubicación de los nidos en sitios donde hay paso de animales domésticos o personas, son causas de compresión que pueden comprometer órganos vitales y afectar así el desarrollo de los embriones. El nido que tuvo el porcentaje más alto de compresión fue el de la playa de Gumarra. Este nido fue ubicado en una zona de tránsito de personas y de burros (*Equus asinus*), que a su paso, presionaban la

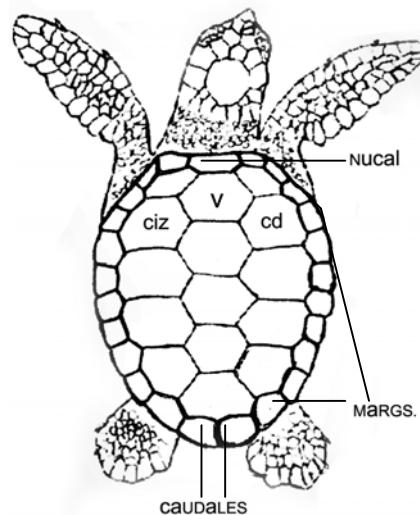
arena que cubría el nido causando la compresión en los embriones y que posiblemente, una deficiencia en el intercambio gaseoso afectó la totalidad de ellos. Aunque fue una de las principales causas de mortalidad, no en todos los casos es tan severa, como se pudo apreciar en el nido de carey de la playa del Arroyo del Tigre, donde se encontró en dos neonatos a los que no se les observó ninguna limitación con respecto a los que tenían caparazón normal. También en las instalaciones del Acuario Mundo Marino en el Rodadero, se le realizó un seguimiento a un ejemplar de gogó procedente de la zona de estudio, que presenta compresión en la parte central del caparazón ([Figura 14](#)). Esta anomalía no intervino en su desarrollo, aunque su natación no es normal pues no se sumerge con total propiedad y cuando avanza se levanta un poco la parte posterior del caparazón tendiendo a subir.



**Figura 14 .** Tortuga gogó con compresión central del caparazón

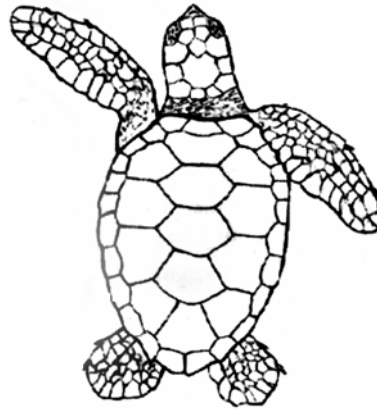
**4.3.2. Distribución anormal de las placas del caparazón:** La distribución anormal de las placas del caparazón, anomalía que incluye la presencia de placas supernumerarias, infranumerarias y distribución anormal de las placas vertebrales (anomalía más frecuente), se presentó en gran medida en las dos especies tanto en los nidos donde hubo eclosión como en los que no. También, un alto porcentaje de neonatos la presentaron, entre ellos gran parte de los que emergieron, con lo que se asume que no interfiere ni en el éxito de eclosión, ni en la viabilidad y desempeño de los neonatos. Para la tortuga gogó, se encontraron 5 combinaciones diferentes del

número normal de placas del caparazón asignados para esta especie ( 5 – 5 – 5) ([Tabla 6](#))([Figura 15](#)). Las más frecuentes fueron: 5-5-5 (en el 58.33%) y 5-6-5 (16.66%). Las restantes no exceden el 2.5%. Ramírez (1975), encontró 39 y 49 combinaciones diferentes del número de placas vertebrales y costales normal para gogó en sus dos años de estudio, donde la combinación 5-5-5 fue la más frecuente con el 78.86% y el 78.41%, seguida de las combinación 5-6-5 con el 12.27% y el 14%. Las restantes combinaciones obtuvieron porcentajes que no sobrepasaron el 1.5%, aunque el no aclara cuanto representan esos porcentajes del total de los huevos, ni del total de huevos fértiles. Se asume que la proporción fue alta por la cantidad de combinaciones que señala.



**Figura 15.** Neonato de gogó (Tomado de Mortimer y Pritchard, 1999 *En*: Eckert *et al.*, 1999).  
\*ciz (costales izquierdas),v (vertebrales), cd (costales derecha).

En carey, se hallaron 22 combinaciones diferentes fuera de la propia de esta especie (4 – 5 – 4) ([Tabla 7](#)) ([Figura 16](#)), siendo la más frecuente la combinación 4-6-4 con el 15.38% y la 5-6-4 con el 5.49%. La combinación 4-5-4 se presentó en el 31.86% de las tortugas analizadas. Las demás combinaciones no sobrepasan los 3.5%.



**Figura 16.** Neonato de carey ( Tomado de Mortimer y Prichard En: Eckert *et al.*, 1999).

En las 2 especies, las variaciones de las placas dorsales muestran una tendencia hacia el aumento de las placas vertebrales, siguiéndoles en su orden las placas costales izquierdas y por último las placas costales del lado derecho. También se observa la variación de las placas marginales que van de 10 a 12 placas en cada lado ([Tablas 8 -13](#)). Esta variación no es tomada en cuenta como anomalía en otras experiencias por ser bastante común, por lo que es poco estudiada y mencionada. Se dieron varias combinaciones de las placas marginales en ambas especies además de la normal (11-11): 10-10, 12-12, 11-12 ,12-11 y 10-11. Esta asimetría y gran variabilidad de placas se consideró para este caso particular como anomalía, aunque no se tuvo en cuenta para la comparación con otros estudios. Si se hubiera contabilizado, sería mucho mayor el número de combinaciones del caparazón y en gran proporción aumentaría el porcentaje de anomalías, ya que se incluirían varios embriones y neonatos considerados como normales.

En el caso de las variaciones más comunes en donde aumenta el número de placas (placas supernumerarias), este aumento resulta de la división de una o varias placas, o también, de la aparición de una placa de menor tamaño entre las placas normales (pestaña) como se observa en las [figuras 2, 5 y 10](#) de gogó y en las [figuras 5, 8, 11, 12, 18, 23](#) y 41 de carey del catálogo de la disposición de las placas del caparazón

([Ver anexos](#)). Por ejemplo, en la tortuga *Lepidochelys olivacea*, el número de escamas del caparazón es tan variable que no hay un número exacto que las identifique (Ewert, 1989 [En:](#) Harless y Morlock, 1989 y Mortimer y Pritchard, 1999 [En:](#) Eckert *et al.*, 1999). Para Ewert (1989 [En:](#) Harless y Morlock, 1989), el exceso radical de placas como el ocurrido en las 2 especies de este estudio, corresponde al síndrome dovetail, el cual permite especular sobre la embriogénesis de la disposición de las placas. Este síndrome se expresa en diferentes grados y en diferentes familias de tortugas. En la mínima expresión, 1 sola placa vertebral se divide en 2 diagonalmente para formar 2 placas. En un caso máximo, hay 5 placas divididas para formar una línea vertebral de 10 ([Figuras 3, 4 y 8](#) de gogó y las [figuras 2, 4, 10, 15, 24](#), 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 41, 42, y 45 de carey, del catálogo de disposición de placas del caparazón de los [anexos](#)).

Se presentó un patrón muy reiterativo (en gran parte simétrico) en carey, sobre todo en el nido de Gumarra, en el que se presentó la quinta placa vertebral (5V) en forma de corazón, dividida verticalmente por la mitad (Catálogo en anexos: [figuras 2, 4, 9, 13, 14, 23](#) – 33, 35, 38, 41- 45) ([Figuras 10 B - D y 10 F - N](#)). En otro tanto se dio esta división de forma incompleta, pero en cierta medida siguiendo ese mismo patrón (Figuras: [3, 7, 14, 21](#), 40 de carey del catálogo de los [anexos](#)). Al observar bien esta tendencia, se explica en parte la variación de las placas en carey con otra: si se toma la 5V no como una división sino como la ausencia de la placa, y que el lugar en donde va esta sea tomado por las últimas (nuevas) costales, se denota un claro problema en la formación de la parte posterior del caparazón y una marcada tendencia al aumento de las placas costales y a la disminución de las vertebrales; lo cual sugiere la acción de un teratógeno general en la etapa de desarrollo que divide esta parte del caparazón o bien una causa congénita en la que la misma región de un cromosoma sufre una delección.

En el caso contrario (placas infranumerarias), donde la variación de las placas tiende a reducirse en número y de forma tanto simétrica como asimétrica, la disminución es resultado de la fusión de una o varias placas como también por la ausencia ([Figuras 13, 26, 39 y 40](#) de carey del catálogo de [anexos](#)). Ewert (1989 En: Harless y Morlock) sostiene que la reducción simétrica de las placas del caparazón es bastante rara, pero en este estudio se observó en varios embriones de carey como los de las [figuras 13, 30, 39 y 40](#) (Ver catálogo de [anexos](#)).

En algunas tortugas, también se observó la división incompleta de una o varias placas (sutura), que no afectan la fórmula normal de éstas. Es el caso de la [figura 4](#) para gogó y las [figuras 3, 6, 7, 17, 20, 21, 25, y 49](#) de carey (Ver catálogo de [anexos](#)). Esta división incompleta se observó también en tortugas con fórmula diferente a la normal; según Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989) eso no es muy común, pero en los nidos observados se presentó en gran medida.

También se observó la combinación de las características anteriormente mencionadas, como se observa en las [figuras 4 y 8](#) de gogó y las [figuras 2, 4, 10, 14, 22, 24, 25, 32, 34, 35, 38 y 40](#) de carey (Ver catálogo de [anexos](#)). Para el caso de la combinación de división incompleta con alguna de las otras variaciones, no se presentó un patrón como tal, pues esta división se daba en cualquier placa. En el caso de la combinación de placas supernumerarias (con o sin síndrome dovetail) con infranumerarias, lo más común fue que dicha combinación se presentara en hileras diferentes; por ejemplo: Cuando una variación se da en la hilera de las costales izquierdas, la otra se presenta en las vertebrales o en las costales derechas, siendo más frecuente encontrar en las vertebrales las supernumerarias y en las costales las infranumerarias. En casos excepcionales, estas dos variaciones de las placas se presentaban en una misma hilera, con frecuencia arrojando una fórmula igual a la normal de la especie, incluyéndose dentro de la categoría de distribución anormal 5-5-5, como se observa en

la [figura 4](#) de gogó y la figura 30 de carey (Ver catálogo de [anexos](#)). También dentro de esta categoría se incluyeron los embriones y neonatos con combinación normal de las placas que presentaron asimetría como en las [figuras 16](#) y [22](#) de carey (Ver catálogo de [anexos](#)), además de las tortugas con combinación normal de las placas que presentaban divisiones incompletas.

Otras anomalías del caparazón que se presentaron fueron las que tuvieron que ver con la placa nugal, como son la ausencia y la división de ésta. No constituyen ningún problema para los neonatos al igual que las anomalías del caparazón, y al igual que con el resto de marginales, son poco mencionadas. En el primer caso, esta ausente la placa, habiendo un leve acercamiento entre las dos marginales anteriores. El espacio donde estaría esta ocupado por piel del cuello. Esta anomalía se vio solamente en carey. El segundo caso se da cuando la nugal se divide en dos, y se presenta solo en gogó, siguiendo el patrón de formación de las placas marginales. Los dos tipos de anomalías se presentaron principalmente en tortugas con número normal de placas marginales.

Se observó que los huesos por debajo de las placas anormales del caparazón son normales ([Figura 17](#)), lo que concuerda con lo dicho por Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989), el cual afirma que la modelación de la capa de las placas de queratina y la capa de huesos del caparazón, se levantan independientemente. Sin embargo, los pigmentos celulares que se encuentran entre esas capas pueden reflejar distintivos asimétricos y simétricos, lo cual también se observó en placas desprendidas del caparazón de los embriones, en las que estos pigmentos se estaban dispuestos de la misma forma en que se encontraban las placas ([Figura 18](#)).



**Figura 17.** Embrión de tortuga gogó al cual se le observan las costillas del lado izquierdo normales.



**Figura 18.** Pigmentos dispuestos de la misma forma como las placas van distribuidas cuando el caparazón termina de formarse.

El análisis de la variación de las placas del caparazón se llevó a cabo en ejemplares provenientes de nidos trasladados, al igual que los realizados por Ramírez (1976) y Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989), lo cual no permite establecer si estas variaciones son producto del transplante (Rufts, 1972 En: Ramírez, 1976), o es el comienzo de la formación natural de una subespecie (Ramírez, 1976). Según Álvarez León (2001), la tortuga gogó capturada en Colombia, tiene por lo menos dos características que la diferencian de las capturadas en Costa Rica, Panamá y Venezuela: menor tamaño promedio y el tipo de placas marginales, lo cual podría sugerir la presencia de una nueva subespecie. Así mismo, Córdoba y López (1997

En: Álvarez León, 2001) basados en la identificación de los pescadores, movimientos, tamaño, escamas prefrontales y placas laterales de algunas tortugas, comentan que también se debe considerar la posible presencia en el Archipiélago de San Andrés y Providencia de un híbrido que resulta del cruce de la tortuga verde y la carey, conocido localmente como mcqueggie, malata o mejegue, observado en Centroamérica y documentado por Carr, Hirth y Witzell (1967, 1971 y 1983 En: Álvarez León, 2001) y por Wood y Wood (1983). Igualmente, un híbrido capturado en Palomino a mediados del año 2003 presentaba características de carey y de tortuga gogó (Carlos Pinzón, Com.Pers).

Varias personas también creen que estas clases de anomalías son temporales, pero por las observaciones hechas a otras tortugas (como se mencionó anteriormente), nos dimos cuenta que perduran a lo largo de toda su vida.

**4.3.3. Albinismo:** El albinismo parcial se presentó únicamente en el nido de gogó la playa del Arroyo del Tigre, tanto en neonatos como en embriones ([Figuras 9 A y 11 A](#)). Las 11 tortugas vivas ([Tabla 9](#)) de este nido no presentaron ninguna anomalía además de esta. El embrión analizado, sobrevivió a todo el proceso de incubación, pero no pudo salir del cascarón murió asfixiado. Presentaba una coloración crema con los bordes de las escamas acentuados con un color más oscuro, además de presentar protuberancias a ambos lados del cuello, cabeza reducida, no tenía ojos, el maxilar superior no se había desarrollado y también un tamaño mucho mayor al de los neonatos de esta especie.

Debido a lo anteriormente mencionado, estas tortugas se catalogaron dentro del albinismo parcial. Este tipo de albinismo ya ha sido reportado para gogó en los estudios de Baldwin y Lofton, Hughes y Pond (1959, 1967 y 1972 En: Ewert, 1989 En: Harless y Morlock, 1989), donde dos de los embriones encontrados indican

deformación de la cabeza; y en los seguimientos realizados por Blanck y Sawyer (1981) quienes se encontraron 4 tortugas blancas con los ojos pigmentados: una sin cabeza, 2 con malformaciones de la cabeza y un cíclope. Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989) sugiere que las deficiencias en la región anterodorsal de la cabeza están acompañadas de deficiencias en la pigmentación.

En tortugas de agua dulce del género *Graptemys*, se han dado cuenta que la expresión del albinismo parcial que sufren ellas, se debe a la temperatura de incubación. Godfrey y Mrosovsky (1995) sostienen que el albinismo puede atribuirse posiblemente a la expresión de un gen homocigoto recesivo. Según Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989), una tendencia al albinismo puede ser un resultado de centros hormonales afectados por los efectos del ambiente que gobiernan la producción de pigmentos. En algunos casos, la deficiencia de pigmentos se ha convertido en un rasgo genéticamente polimórfico en *G. Babcuri* (Ewert, 1989 En: Harless y Morlock, 1989).

**4.3.4. Anormalidades de la cabeza:** Las anormalidades de la cabeza si han sido reportadas en varios estudios pero en bajo porcentaje, pues son una de las más evidentes externamente en embriones desarrollados. Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989) afirma que la región antero dorsal parece ser la más susceptible, ya que varía desde leves malformaciones en el cráneo hasta la ausencia de estructuras, comprometiendo frecuentemente la vida de los embriones y neonatos. Entre estas anormalidades, se observó un porcentaje mediano de labio leporino, el cual Lacera, Montenegro y Pedraza (1996) registran como una anomalía común en humanos y consiste en el fallo del cierre del paladar primitivo, no produciéndose la fusión entre el proceso nasal medio y el proceso maxilar. Sólo se presentó un caso de una tortuga con labio leporino viva que llegó hasta el mar en el nido del corral de anidamiento de Guachaca. Otros casos, como el del embrión albino de la playa del Arroyo del Tigre

---

con cabeza reducida con cabeza reducida, sin ojos y con la mandíbula torcida, el cual estaba completamente desarrollado pero murió atrapado en el huevo, corrobora lo dicho por Ewert (1989 En: Harless y Morlock, 1989), pues según él, algunos de estos embriones no son capaces de alimentarse. Este fue el caso de una tortuga con un solo ojo y mandíbula torcida a la cual los autores reportan (Cañón *et al.*, 2000), que no podía alimentarse por si sola muriendo al poco tiempo. Entre los que no pueden romper el huevo, pues nunca han sido reportados en tortugas vivas, se encuentran los que no presentan ojos y los que tienen deformidad del cráneo.

**4.3.5. El nido de la playa Boca del Saco:** En algunos casos, como en el nido de la playa Boca del Saco, las anormalidades presente pueden atribuirse en parte a la cantidad de bacterias presentes, ya que ese nido era uno de los que estaban en un alto grado de descomposición y a la forma del traslados, pues la mayoría de los embriones se encontraban con algún tipo de compresión. Burke (1981) asocia a los huevos que contenían embriones anormales tanto muertos como vivos con bacterias.

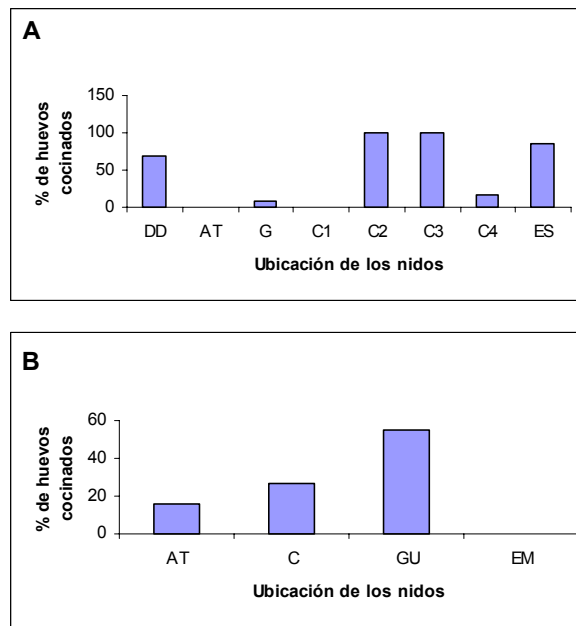
#### **4.4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL ÉXITO DE ECLOSIÓN**

**4.4.1. Temperatura:** Uno de los principales problemas que se presentó para ambas especies en los nidos que no eclosionaron fue la cocción de los huevos, la cual surge como consecuencia de altas temperaturas en el interior del nido ([Figura 19](#)). A pesar de que no se pudo realizar un seguimiento exhaustivo de la temperatura de los nidos principalmente por problemas de orden público que imposibilitó transportarse todo el tiempo de un lugar a otro en el área de trabajo, además de la distancia que existía entre cada uno del los nidos, se observaron otros parámetros que de manera intrínseca revelan su comportamiento como: Profundidad de siembra, tiempo de

incubación , presencia de organismos patógenos, exposición a los rayos solares, humedad de la arena y la misma cocción.

Los nidos en los que se encontró un mayor porcentaje de huevos cocinados coincidió con los nidos que fueron sembrados a menor profundidad, lo que hace notar que en ellos muy seguramente la temperatura excedió los 33°C dentro del nido, temperatura que según Ackerman (1981), Miller (1982 En: Mortimer, 1990) y Georges *et al* (1994 En: Doody, 1999) reportan como inductora a la mortalidad de los embriones.

Los nidos del corral de anidamiento de Cañaveral fueron sembrados a poca profundidad. Los huevos de la parte de arriba se encontraron a un promedio de 10 cm de la superficie, estando expuestos a las temperaturas superficiales de la arena de manera casi directa. En estos nidos, se asume que las temperaturas fueron altas desde los primeros días de incubación y detuvieron el desarrollo de los huevos, pues no se encontró indicio alguno de fertilidad debido a que la cocción y la descomposición (predominantes en estos nidos) enmascaran principalmente la presencia de disco embrionario y el primer estadio embrionario. Algo parecido, aunque con menor intensidad, ocurrió en el nido de Don Diego, estando los huevos de arriba de 15 a 20 cm aproximadamente de la superficie, y encontrándose estos huevos en su mayoría cocinados. En este si fue posible observar los diferentes estadios embrionarios, pues los huevos no presentaban una descomposición avanzada y presentaban un menor grado de cocción.



**Figura 19.** Huevos cocinados en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.

A pesar de que el nido de carey de la playa de Cañaveral se encontraba protegido de la radiación pues estaba rodeado de verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), presentó un grado de cocción del 24.6% de los huevos, debido a que fue predado y desde ese momento el nido quedó expuesto en gran medida a la desecación, ya que gran parte del cuello del nido se encontraba excavado y por esto los huevos de más arriba quedaron muy cerca de la superficie. Se presume que esta prelación ocurrió cuando los huevos se encontraban en la mitad del tiempo de desarrollo dentro del nido, entre el tercer y cuarto estadio embrionario.

Caldwell (1959 En: Ramírez, 1976), sostiene que la profundidad no afecta el período de incubación sino únicamente el tiempo para emerge. Esta aseveración seguramente es para los nidos que tienen una distancia normal de 25 a 30 cm (Claudio Madaune (Com. Pers)) entre la última capa de huevos y la superficie. En este estudio, la profundidad si afectó considerablemente los huevos sembrados en el corral de Cañaveral, el nido del corral de Don Diego y el de carey de la playa de Cañaveral mencionados arriba, pues se encontraban muy cerca de la superficie de la arena y sin

---

mayor protección de sombra, la arena superficial es más seca como consecuencia de la gran evaporación superando los 50°C (Ramirez, 1975) en horas de mayor incidencia solar. En nuestro caso, para las horas que van de las 12 pm y las 3 pm se registraron temperaturas superficiales hasta de 45°C.

El nido de la playa de Gumarra también se vio afectado por la cocción. Este nido fue sembrado por personas que simularon bien la construcción del nido pero no tuvieron en cuenta el sitio en el que lo ubicaron, pues escogieron una zona libre de vegetación tupida. Mortimer and Pritchard (1999 En: Eckert *et al.*, 1999) aseguran que la tortuga carey prefiere desovar dentro de la línea de vegetación de la playa de anidación para proteger sus huevos de la radiación y predadores. Al encontrarse este nido en una zona abierta de la playa, las altas temperaturas influyeron en casi la mitad de los huevos encontrados, deteniendo también el desarrollo de éstos desde sus primeros estadíos.

En el nido de la playa de Boca del Saco ocurrió algo muy particular, pues a pesar de que fue sembrado a una profundidad correcta, de estar cerca de la línea máxima de marea y de estar a media sombra, presentó un porcentaje alto de huevos con patógenos y otro tanto de huevos descompuestos, evidenciando una gran exposición a la humedad e las mareas, además del alto porcentaje de huevos cocinados. Esto se pudo presentar por que al haber humedades altas, los nidos se encharcaron no permitiendo el intercambio de gases, muriendo asfixiados la mayoría de los embriones. Según Burke *et al* (1988), la humedad es un medio adecuado para que se desarrollen aceleradamente bacterias que normalmente se presentan. Además la descomposición de la materia orgánica eleva la temperatura pudiendo llegar a ser crítica para embriones aún vivos, cocinando gran parte de los huevos pero no en un grado tan alto como los anteriormente mencionados.

---

El tiempo de incubación más corto se presentó en el corral de anidamiento de Don Diego ([Tabla 2](#)), en donde además se encontró el mayor porcentaje de cocción dentro de los nidos eclosionados. Esto también demuestra la presencia de altas temperaturas dentro del nido, pues según Ramirez (1976), la diferencia entre estos tiempos de incubación es resultado principalmente de las precipitaciones y los cambios de temperatura (bajas y altas) existentes durante la temporada, pudiendo así aumentar o disminuir el período de incubación y retardar o adelantar el desarrollo de los embriones. Burke *et al* (1988) sugiere que las temperaturas más bajas, pueden resultar en la reducción de la habilidad de los fetos para completar su desarrollo, eclosionar y emerger del nido. En los nidos del corral y la playa de Cañaveral para gogó y carey, como también para el nido del corral de don Diego y el de la playa de Boca del Saco, se observó que estos cambios de temperatura, principalmente la variación de las más altas, lograron detener completamente el desarrollo de los neonatos.

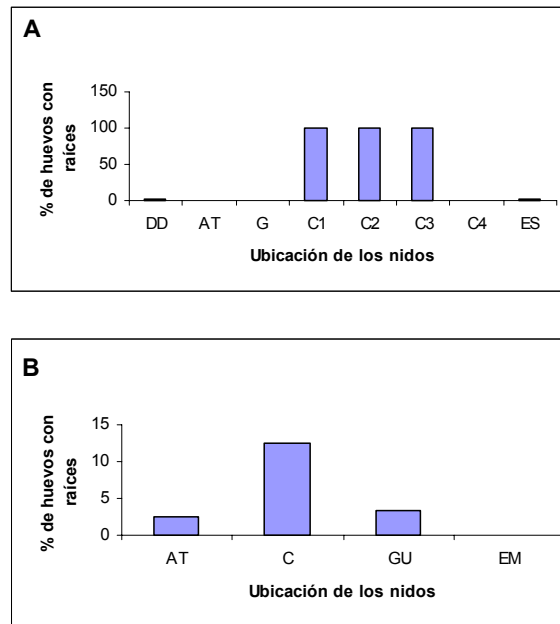
Ackerman (1980) sugiere, que los factores que pueden actuar perjudicando el intercambio de gases dentro de los nidos, puede prolongar la exposición de los huevos a depredadores y a la incertidumbre del clima, distorsionando la sincronización de los neonatos, incrementando la mortalidad de los huevos y desmejorando la efectividad de la incubación en las playas.

**4.4.2. Raíces:** En el nido de carey ubicado en la playa de Cañaveral, la verdolaga que cubría el nido, no solamente lo protegía de la radiación, sino también lo afectó considerablemente, invadiendo la mayoría de los huevos e interfiriendo en el desarrollo de éstos. Lo mismo pasó con el nido de la playa de Gumarra al cual lo rodeaba el frijol de playa (*Ipomea pescabre*) y con el de la playa del Arroyo del Tigre que estaba circundado por la uva de playa. Para la tortuga gogó, los nidos afectados por esta característica, se encontraron en el corral de Cañaveral, que estaba rodeado

también por uva de playa, a la cual no se le dio ningún control durante el tiempo en el que los huevos se encontraban dentro del corral ([Figura 21](#)). Según Ramírez (1976), las raíces perforan las cáscaras y extraen el agua que contienen los huevos; además, pueden formar alrededor de los huevos una especie de red que puede trastornar el desarrollo de los embriones. También, al penetrar las raíces en el huevo, pueden atraer predadores como también animales que utilizan los huevos de tortugas para colocar los de ellos en su interior, y así, cuando eclosionen, se alimenten de éstos ayudando a su descomposición y al aumento de organismos patógenos que pueden contaminar los pocos huevos que quedan en buen estado. En este estudio se pudo observar que además de perforar los huevos, las raíces pueden interferir en la emergencia de los neonatos en el momento de la eclosión, ya que como se presentó en los dos nidos de la playa del Arroyo del Tigre, la mayoría de los neonatos eclosionados quedaron atrapados entre ellas y necesitaron de la ayuda humana para salir del nido ([Figura 20](#)). Curiosamente, el nido de caguama no tenía huevo perforados ni rodeado por raíces.



**Figura 20.** Interior de un nido de tortuga gogó penetrado por raíces

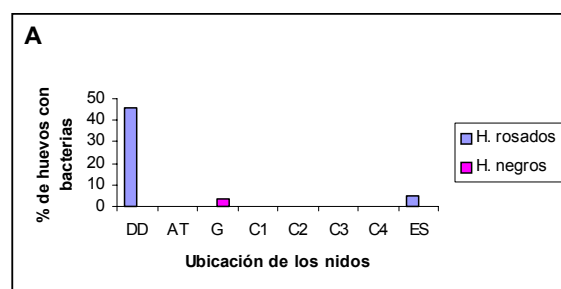


**Figura 21.** Huevos con raíces en los diferentes nidos: A) Gogó B) Carey

**4.4.3. Descomposición de los huevos:** En algunos nidos se observó una relación entre los huevos cocinados y los huevos con coloración rosada en su interior debida según Burke (1988) al ataque de bacterias del género *Serratia* (Figura 22). Esto se pudo apreciar tanto en los nidos de gogó ubicados en las playa de la Boca del Saco y el corral de anidamiento de Don Diego, y en el de carey de Cañaveral. En estos 3 nidos también se pudo observar un muy bajo porcentaje de huevos hinchados, resultado también de bacterias presentes en el nido. Posiblemente, en el nido del corral de anidamiento de Don Diego, la invasión bacteriana resultó del estado del nido, ya que el nido fue trasladado aproximadamente 10 días después de la ovoposición exponiéndose a un cambio de ambiente y sembrado a poca profundidad ayudando a la cocción. En el nido de carey ocurrió algo parecido a lo que aconteció en el nido de la Boca del Saco, dándose la colonización bacteriana posiblemente por la prelación y la invasión de raíces. Además el nido cuando fue exhumado llevaba 80 días después de la puesta, encontrándose en un alto grado de descomposición.

También fue posible encontrar una relación de los nidos que tenían raíces con la invasión de organismos patógenos, ya que como fue mencionado anteriormente, cuando las raíces se introducen dentro del nido, hay mayor facilidad de que dichos organismos penetren y desequilibren el micro ambiente existente y necesario que se desarrolla durante el tiempo de incubación.

Otra de las características de la descomposición que se observaron en nidos donde hubo coacción, fue la presencia de una coloración negra en la cáscara de los huevos, dada según Burke (1988) por hongos. Además, en los nidos de carey de la playa del Arroyo del Tigre y de la playa de Gumarra, y los nidos de caguama del corral de anidamiento de Guachaca y uno de los del corral de Cañaveral, obtuvieron un porcentaje muy bajo de huevos podridos ([Figura 23](#)), los cuales en su mayoría, combinaban las características anteriormente mencionadas exceptuando el del corral de Cañaveral para caguama, donde el 81.94% de los huevos se encontraban con esta característica asociada también con bacterias y posiblemente a algunos hongos (Burke, 1988). El también sostiene que después de una comparación hecha entre nidos naturales y trasladados, se observó que los huevos se dañan y se pierden en grupo. Debido a que esta agrupación de huevos no viables puede ocurrir en cualquier sitio del nido, sugieren un comportamiento infeccioso: si un huevo se daña, los que se encuentran a su lado se infectan y se dañan también. El alto porcentaje de organismos patógenos encontrados en los nidos anteriormente mencionados puede ser el resultado de este comportamiento ([Figura 24](#)).



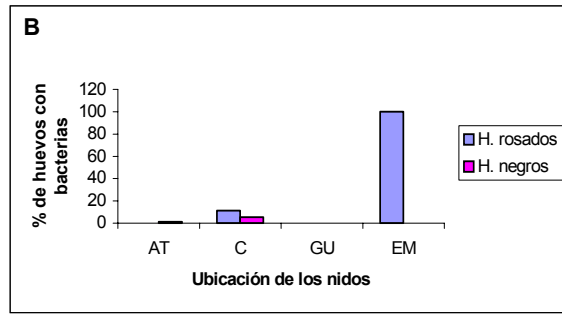


Figura 22. Huevos con bacterias en los diferentes nidos: A) Gogó B) Carey.

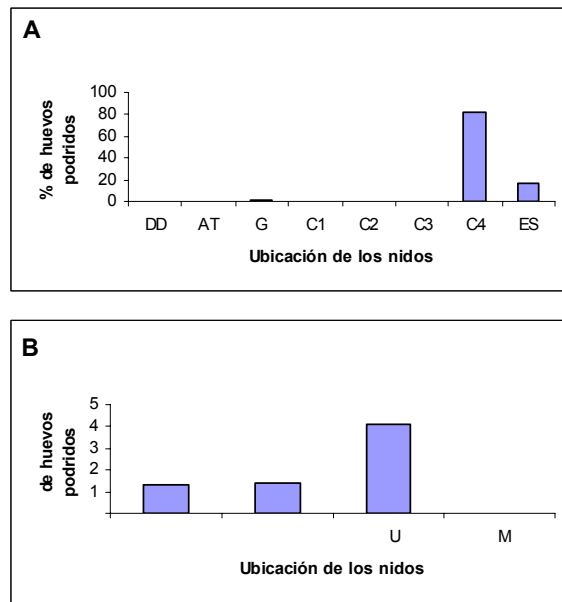
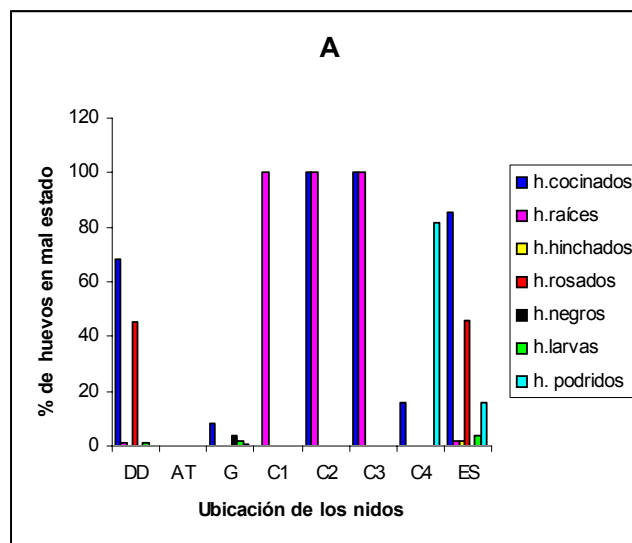
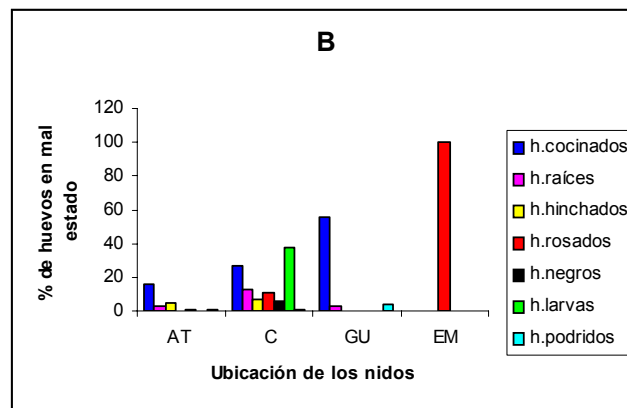


Figura 23. Huevos podridos en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey





**Figura 24.** Relación del estado de los huevos en los diferentes nidos de: A) Gogó B) Carey.

#### 4.4. TIPO DE SUELO

Las playas que se encuentran entre Guachaca y Don Diego están compuestas por arenas muy finas en su mayor proporción y por arenas gruesas. Son playas que por lo general se encuentran cubiertas por madera de deriva la mayor parte del año y están sujetas a constantes procesos de erosión. Las playas del PNNT donde se encontraban los nidos, están conformadas en su mayoría por arenas en las que predominan las partículas gruesas, seguidas de las finas, confirmando lo dicho por Rincón *et al* (2001) que sostiene que son playas de gran dinámica eólica y presentan un alto grado de exposición al oleaje.

En esta investigación no se encontró una relación entre el tamaño del grano de arena y el éxito de eclosión. Las playas donde se ubican los nidos de ambas especies estaban conformadas por partículas que se encontraban entre los 0.0625 mm y 1 mm principalmente, rango que según Mortimer (1990) componen las playas que las tortugas prefieren para excavar sus nidos y garantizan la no existencia de problemas en la incubación ocasionados por arenas o muy gruesas o muy finas; pero los nidos no eclosionados, los cuales estaban ubicados en las playas del PNNT, no lo hicieron no

---

por el tipo de grano que los constituía, sino por causas propiciadas por la manipulación de los huevos durante su traslado y siembra. A los nidos que eclosionaron, posiblemente los favoreció el tamaño de grano que los conformaba, ya que Ackerman (1980) sugiere que las playas de grano fino contienen más cantidad de gas que las de grano grueso cuando se secan, y contienen más agua debido a la gran capilaridad cuando se mojan, favoreciendo así los procesos de intercambio gaseoso y desarrollo del embrión. A pesar de que el grano predominante en estos nidos fué el correspondiente a las partículas de arena muy fina, las cuales Mortimer (1981 En: Rincón *et al.*, 2001) considera como un problema para la emergencia de los neonatos y para la estabilidad de los nidos ya que pueden llegar a colapsar; en dos de los nidos que eclosionaron se presentaron problemas con la emergencia de los neonatos, pero no por la composición de la arena, sino por la presencia de raíces dentro de los nidos.

#### **4.5. CONTAMINACIÓN QUÍMICA**

Las concentraciones de Plomo y Cobre detectadas en los análisis para las 2 especies, son excesivamente altas al compararlas con las concentraciones reportadas en el estudio hecho por la USGS para la tortuga de agua dulce *Chelydra serpentina* (s.f. En: Biological and Ecotoxicological Characteristics of Terrestrial Vertebrate Species Residing in Estuarios, 2001) y en el estudio realizado por Sakai *et al* (2000) en caguama y la tortuga verde (*Chelonia mydas*), pues dichas concentraciones no sobrepasan los 1 mg / 100 g (pp 100 mil) para el cobre y los 11.45 mg / 100 gr de plomo. Los de la USGS reportaron en su estudio a un macho adulto de *C.serpentina* con concentraciones de plomo en la sangre de 0.36 mg / 100g, el cual fue diagnosticado con envenenamiento por plomo y observaron que éste influye en la disminución de la actividad enzimática en un 90%.

---

Manahan (1994) afirma que los iones de cadmio, cobre, plomo y mercurio se adhieren a las membranas celulares impidiendo así los procesos de transporte celular, y Malins y Ostrander (1994) sostienen que tanto el plomo como el cobre decrecen la capacidad de utilización de oxígeno en peces, afectando su capacidad natatoria. En animales, algunos autores afirman que el plomo tiene efectos teratogénicos, pero otros como Kennedy y colaboradores (s.f. En: Córdoba, 2000) aseguran no haber encontrado malformaciones externas incluso suministrando concentraciones de plomo muy tóxicas a la madre. Según la Agencia de Información Frei Tito para América Latina (2001) y la Norma Oficial Mexicana (NOM) sostienen que el mínimo tolerable de plomo en sangre es de 0.25 pp 100 mil, mientras que Estados Unidos señala estándares menores que indican atención médica ante sólo 1 pp 100 mil. Con respecto al cobre, Lacera (Com. Pers.) también lo considera un teratógeno para humanos presente en la mayoría de herbicidas utilizados en las fumigaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Córdoba (2000) en cambio, sostiene que al ser utilizado el sulfato de cobre principalmente como emético, la posibilidad de toxicidad en su uso como fungicida o como herbicida es remota y en su uso agrícola, a las concentraciones en que se emplea, es difícil que se produzca alguna intoxicación.

Se observó una relación directa para la mayoría de los nidos entre la cantidad de huevos descompuestos y las concentraciones de plomo detectadas, con lo que se podría atribuir a dos cosas: Una, es que entre mayor sea la cantidad de plomo, mas temprana es la muerte de los embriones posibilitando una mayor proliferación de organismos patógenos por llevar más tiempo descomponiéndose. Esta relación coincide con la aparición de embriones muertos en los primeros estadíos en los nidos donde las concentraciones de plomo fueron altas y con la presencia de embriones muertos desarrollados en donde dichas concentraciones fueron bajas, además de darse en estos nidos eclosión. Se asumió que los metales encontrados en los nidos no provenían de la arena circundante a ellos, pues según Ramírez (Com.Pers), ningún

---

contaminante perdura mucho tiempo en las playas, pues éstas son fácil y constantemente lavadas por la lluvia y las mareas. La única forma en que la contaminación se hubiera dado por parte del medio en el que los nidos se encontraba, sería por una exposición directa a estos metales dentro del período de incubación lo cual no pasó, ya que se pudo observar que en los nidos de la playa del Arroyo del Tigre, los cuales se encontraban a 1 m de distancia, el plomo solo se detectó en uno de ellos. Con las concentraciones de cobre no se encontró ninguna relación ([Tabla 8](#)).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se presume que los metales encontrados fueron transmitidos por las madres a los huevos, ya que los análisis se hicieron utilizando el vitelo, el cual es reservorio de energía de los nonatos cuando eclosiona y llegan al mar (Lohmann *et al.*, 1997 En: Lutz y Musick, 1997). Una parte de este vitelo es aportada por tejidos de la madre y la otra es sacada del alimento que la madre ingiere en el momento de la formación de éste. Por esta razón, se le puede atribuir la procedencia de los metales encontrados a 3 fuentes diferentes que podrían ser:

Primera fuente:

Al consumo de alimento en los que se hallan metales por bioacumulación en la cadena trófica durante el período en que se forma el vitelo, debido a que algunos contaminantes se acumulan ascendentemente en la cadena trófica provocando en la movilidad de los elementos cúspides efectos nocivos (Córdoba, 2000). Cabe resaltar que estas dos especies de tortugas, en especial la carey, no se encuentran muy arriba en la cadena trófica pues su alimentación consta principalmente de esponjas e invertebrados menores ( Bjornd, 1997 En: Lutz y Musick, 1997 ).

Segunda fuente:

A la bioacumulación de contaminantes durante el ciclo de vida de la tortuga madre, ya que según Lacera (Com. Pers.), éstos se bioacumulan en tejido graso y el vitelo tiene gran cantidad de lípidos. Por ejemplo, el plomo una vez absorbido, circula en el organismo unido a los glóbulos rojos, depositándose en riñones, hígado, piel, glándulas, sistema nervioso y huesos largos (Córdoba, 2000), causando severas disfunciones renales en el sistema reproductivo, hígado, cerebro y sistema nervioso central (Manahan, 1994).

Tercera fuente:

Que la tortuga madre haya estado expuesta directamente a los contaminantes en el agua.

Hay que tener en cuenta que elementos como el cobre y el plomo son necesarios en niveles muy bajos y pueden llegar a ser tóxicos en niveles muy altos. Por ejemplo: para el plomo, el rango elevado de exposición es de 40 a 55 mg / 100 ml (Córdoba, 2000). Para el cobre, los niveles mayores de 80 mg / kg de peso del cuerpo por día mostraron efectos fototóxicos y malformaciones en ratas (Environmental Health Criteria, 1998)). Este punto debe considerarse al momento de juzgar cualquier elemento en particular.

## 5. CONCLUSIONES

- La compresión fue la anomalía más frecuente en ambas especies, afectando considerablemente el éxito de eclosión.
- La compresión y la distribución anormal de las placas del caparazón se hicieron visibles en la etapa 3 del desarrollo cuando al embrión se le observaban todas sus partes, su caparazón comenzaba a formarse y a plasmar la disposición de las placas, perdurando a lo largo de toda su vida.
- De todas las anomalías encontradas, solamente a la compresión se le puede asignar una causa: la presión física sobre los huevos.
- Las anomalías halladas en la distribución de las placas del caparazón posiblemente se deben a factores congénitos o teratogénicos, y no intervienen con el éxito de las nidadas ni el desarrollo embrionario.
- No existió relación entre el albinismo y las malformaciones que presentó el embrión que se halló con esta condición, ni tampoco con la detección de metales. Más bien se debe a expresiones genéticas.
- El porcentaje de anomalías reportados en este estudio para las tortugas gogó y carey es el más alto registrado a nivel mundial en este momento, según los documentos encontrados.

- El mal manejo de los huevos en los traslados y la siembra, influyen en el desarrollo del embrión dentro del nido, en el éxito de eclosión y en el porcentaje de emergencia.
- La cocción de los huevos y la presencia de raíces fueron las condiciones que más afectaron el éxito de eclosión y la emergencia de ambas especies.
- Las concentraciones de plomo y cobre detectadas en el vitelo de los huevos analizados, superan los niveles causantes de anomalías metabólicas en la tortuga *Chelydra serpentina*.
- Dado que la arena circundante a los nidos es un medio constantemente lavado donde es difícil la acumulación de sustancias, las concentraciones de plomo y cobre detectadas en los embriones llegaron a los huevos directamente de la madre.

## 6. RECOMENDACIONES

- Para poder aseverar que una anomalía es causada por un determinado agente, se hace necesario realizar estudios teratogénicos y/o toxicológicos, teniendo en cuenta que ni siquiera así se asegura cuál es la causa.
- Ser muy precavidos al identificar las diferentes especies de tortugas marinas por la disposición de las placas del caparazón y considerar como parte del proceso la forma de caparazón, la coloración y el número de escamas de la cabeza.
- Realizar un seguimiento embrionario detallado para las diferentes especies de tortugas, pues falta mucha información, y es una herramienta útil para determinar las etapas de mayor susceptibilidad de los embriones, para crear y fortalecer las estrategias de conservación de las tortugas marinas.
- Es urgente que los programas de protección de tortugas marinas de la zona dejen parte de los nidos sin la intervención humana, para poder reevaluar las estrategias y obtener blancos necesarios para este tipo de estudios.
- Se debe tener una muy buena relación con las comunidades que se encuentran en las playas de anidación, pues son éstas las que proporcionan una parte muy importante de la información sobre avistamientos, huevos puestos y traslados, ya que las tortugas marinas son impredecibles y las zonas de anidación son muy extensas.

- Tener en cuenta el micro ambiente existente tanto afuera como dentro del nido, ya que interviene directamente en el desarrollo de los huevos.
- Considerar la realización de pruebas de ADN para poder hacer un diagnóstico de la población afectada y poder especular un poco más sobre las causas de algunas de las malformaciones.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ACKERMAN Ralph.** Growth and Gas Exchange of Embryonic Sea Turtles (*Chelonia* y *Caretta*). Copeia. No. 4. 757-765p. 1981.

\_\_\_\_\_ Physiological y Ecological Aspects of Gas Exchange by Sea Turtle Eggs. Amer. Zool. 20: 575-583. 1980.

**ALVAREZ León Ricardo.** Las Tortugas Marinas de Colombia: Estado actual de su conocimiento. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Naturales. Vol 25. Número 95. 2001.

**AMOROCHO Diego.** Monitoring Nesting Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) in the Central Caribbean Coast of Colombia. En: Marine Turtle Newsletter. 101: 8 -13. 2003.

**AMOROCHO Diego y Carmen E. LÓPEZ.** Guía Temática Conservación de las Tortugas Marinas en Colombia. Convenio FES- FARB- WIDECAS.1998. 56 p.

**ARTEAGA Edgar, M. Isabel CRIALES y Luis MANJARRÉS.** Distribución espacio-temporal y tallas de las larvas de 3 especies de lutjánidos en el área Norte del Caribe Colombiano. En: Rev. Acad. Colomb. Cienc. 27 (102): 85 -91. 2003.

**BERTOLERO Albert.** Tortuga verde *Chelonia mydas* con placas supernumerarias en el caparazón. En: Bol. Asoc. Herpetol. Esp. 1999. 11: 73-74.

**BLANCK Cynthia y Roger SAWYER.** Hatchery practices in relation to early embryology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta*. En: J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 49. 1981. p.163-177.

**BURKE T.J , D.K PEDERSEN, M. SALMON y J. WYWEKEN.** Egg Failure in Natural and Relocated Sea Turtle Nests. En: Journal of Herpetology. Vol. 22 No. 1. 88-96 p. 1988.

**CAÑÓN Santiago; Wladimir DIAZ; Clara OROZCO y Andrea REYES.** Estudio preliminar sobre la digestibilidad aparente de proteína en neonatos de la tortuga caguama *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) bajo condiciones de laboratorio. 2000. Trabajo de Seminario (Proyectos II). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.

**CARSWELL Lilian y LEWIS Thomas.** Embryo and Hatchling Abnormalities in Loggerhead Sea Turtles on St. Vincent Island, Florida, USA. US Fish and Wildlife Service. St. Vincent National Wildlife Refuge. 2001. 4p.

**CRATZ Fernando.** Embryological stages of the marine turtle *Lepidochelys olivácea* (Eschscholtz). En: Rev. Biol.Tropical. Universidad de Costa Rica. Vol 29 –30. 1981-1982.

**CURTIS Helena y Sue BARNES.** Biología. Quinta edición. Editorial médica Panamericana. Madrid, España. 1989. 1188 p.

---

**DONNELLY Marydele.** Sea Turtle Mariculture: A review of relevant information for conservation and commerce. The Center for Marine Conservation. Washington, D.C. 1994. 113 p.

**ECKERT Karen, Karen BJORN DAL, Alberto ABREU-GROBOIS, Marydele DONNELLY** (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. Publication No.4. 1999. 235 p.

**ECKERT Karen y Alberto ABREU-GROBOIS.** (Eds) Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Traducción al Español por Raquel Briceño Dueñas y F. Alberto Abreu-Grobois. WIDECAST, IUCN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. 2001. 170p.

**Environmental Health Criteria.** Cobre. No. 200. 360 p. 1998. En: [www.who.int/pes/ehc/summaries/ehc\\_200.html#Spanish](http://www.who.int/pes/ehc/summaries/ehc_200.html#Spanish). (Fecha de consulta: Diciembre 26 de 2003).

**ESTRADOS Andrés.** Primeras observaciones de placas dérmicas supernumerarias para *Chelonia mydas* (Testudines, Cheloniidae) en Uruguay. Proyecto Karumbé, J. Paullier 1198/101. Montevideo, Uruguay. 2001. 2 p.

**FRAZIER John.** Marine Turtles and Problems in coastal management. Department of ecological research. National Ecological Park. Smithsonian Institution. Washington, D.C. Sin fecha. 17 p.

**GODFREY y MROSOVSKI.** Comment on albino sea turtle hatchlings in Brazil. En: Marine Turtle Newsletter. 1995. Vol. 69. p.10-11

**HARLESS M. y MORLOCK H.** (Eds). Turtles: Perspectives and Research. Krieger Publishing Company. Inc. Malabar, Florida. 1989. 400-413 p.

**HOPKINS S. R, MURPHY T. M, STANSELL K. B. y WILKINSON P. M.** Biotic and abiotic factors affecting nest mortality in the atlantic loggerhead turtle. SC Wildlife and Marine Resources Department. 1977. 213-223 p.

**JENKIS John.** Genética. Editorial Reverté S. A. Barcelona, España. 1986. 420 p.

**JUÁREZ Arturo; Ana BARRAGÁN y Humberto GÓMEZ.** Contamination by phthalate ester plasticizers in two marine turtle species. En: Proceedings of the 18th International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Mazatlán, México. Marzo. 1998. 2 p.

**KASKA Yakup, DOWNIE Roger y FURNESS Robert.** Abnormal development in sea turtle embryos. En: Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Mazatlán, México. Marzo. 1998. 2 p.

**KAUFMANN R.** Zur Brutbiologie der Meesschildröte *Caretta caretta caretta*. Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas. 1968. 2:45-56.

\_\_\_\_\_ Report on status of sea turtles in Colombia. Proceedings of the Second Working Meeting of Marine Turtle Specialists. IUCN Publications Supplement Papers. 1971. 31: 75-78.

**KINNEARY Joseph.** The Origin of Marine Turtles: A Pluralistic View of Evolution. En: Chelonian Conservation and Biology. 1996. 2 (1): 73-78.

**LACERA Armando.** Maestro en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Químico de la Universidad Nacional. Director Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena.

**LACERA Armando, Emileth MONTENEGRO y José PEDRAZA.** Registro de Anormalidades Congénitas en Áreas de Influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta. Hospital Central. 1992-1996. 1996. 100 p.

**LAVERDE y CASTILLO.** Instrumentación y método de muestreo en bentos. Guía de salida de campo para muestreos de fondos blandos. UJTL. Santa Marta. 2000. 5 p.

**LUTZ Peter y John MUSICK.** The Biology of Sea Turtles. CRC Press. New York. 1997. 432 p.

**MADAUNE Claudio.** Ex coordinador del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en el Golfo de Urabá-Colombia.

**MANAHAN Stanley.** Environmental Chemistry. Sixth edition. Ed. Lewis. 1994. 811 p.

**MARLIN Simon y Alan PARKES.** The green sea turtle (*Chelonia mydas*): Nesting on Ascension Island 1973-1974. Cayman Island Turtle Farm. 1974. Scientific Papers. En: [www.turtle.ky/scientific/ascension-island.htm](http://www.turtle.ky/scientific/ascension-island.htm) (Fecha de consulta: Julio 30 de 2001).

**MILLER Jeffrey.** Determining clutch size and hatching success. En: **ECKERT Karen, Karen BJORN DAL, Alberto ABREU-GROBOIS, Marydele DONNELLY** (Editors). **Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles.** IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 1999. Publication No.4. 235 p.

**MEDEM F.** Estudio sobre tortugas marinas: Informe sobre la comisión realizada en la Costa Atlántica. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú. 1962. 12 p.

**MOLINA Nicanor.** Funcionario del Parque Nacional Natural Tayrona.

**MORTIMER Jeanne.** The Influence of Beach Sand Characteristics on the Nesting Behavior and Clutch Survival of Green Turtles (*Chelonia mydas*). En: Copeia. 1990 (3): 802 – 817 p.

**OWENS David; Mark GRASSMAN y John HENDRICKSON.** The imprinting hypothesis and sea turtle reproduction. En: Herpetologica . 1982.No. 38. Vol.1. 124-135 p.

**PARQUES CON LA GENTE.** Política de participación social en la conservación. Selección de avances 2000-2001. UAESPNN de Colombia. 342 p.

**PINZÓN Carlos.** Ingeniero pesquero de la Universidad del Magdalena. Coordinador de Proyectos de la Fundación Tortugas Marinas.

**PLAN DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA:** Estrategia de conservación de la Sierra Nevada De Santa Marta. Proyecto de Cooperación Colombo-Alemán. 1997. 227 p.

**PRESTI Stephanie, RESENDIZ Antonio, SOLLÓD Albert y SEMINOFF Jeffrey.** Mercury concentration in the scutes of Black Sea Turtles *Chelonia mydas agassizii*, in the Gulf of California. En: Chelonian Conservation and Biology. 1999. 3 (3): 531-533 p.

\_\_\_\_\_ Mercury concentration in Keratinized Scutes of Sea Turtles: A Comparison of Two Populations. En: Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Symposium on Sea Turtle Conservation and Biology. South Padre Island, Texas, U.S.A. 1999. 2 p.

**RAMIREZ Edgar.** Contribución al conocimiento de la tortuga *Caretta caretta* en la Costa Norte Colombiana "Operaciones tortugas marinas 1974-1975". Proyecto Parques Nacionales y Vida Silvestre. República de Colombia. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de los Recursos del Medio Ambiente INDERENA. Regional Costa Atlántica. Barranquilla Colombia. 1976. 37 p.

**RINCÓN Martha Patricia, RIVERA Diego, RODRÍGUEZ Clara Jimena y TELLO Johana.** Establecimiento y caracterización estructural de puntos focales de anidamiento de tortugas marinas en el sector de Arrecifes del Parque Nacional Natural

Tayrona (Caribe Colombiano). 2001. Trabajo de Seminario (Proyectos II). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. 30-51 p.

**RUEDA José, Giovani ULLOA y Sergio MEDRANO.** Estudio sobre la biología reproductiva, la ecología y el manejo de la tortuga Canal (*Dermochelys coriacea*) en el Golfo de Urabá. En: Contribución al conocimiento de las Tortugas Marinas de Colombia. 1992. Biblioteca Andrés Posada Arango. Serie de publicaciones especiales del Inderena. Libro 4. 190p.

**SAKAI Haruya, SAEKI Kazutoshi, ICHIHASASHI Hideki, SUGUNUMA Hiroyuki, TANABE Shinsuke y TATSUKAWA Ryo.** Species – Specific distribution of heavy metals in tissues and organs of Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) and Green Turtle (*Chelonia mydas*) from Japanese Coastal Waters. En: Marine Pollution Bulletin. 2000. Vol. 40 (8):701-709 p.

**SEOÁNEZ Mariano.** Manual de Contaminación Marina y Restauración del Litoral Marino. Ediciones Mundiprensa. España. 2000. 567 p.

**SOMERS Ann y Jean BEASLEY.** Unshelled Loggerhead Turtle Eggs. En: Marine Turtle Newsletter. 1995. Vol:70. 6-7 p.

**TORTUGAS MARINAS Y CONTINENTALES EN COLOMBIA.** Programa Nacional para la Conservación . Ministerio del Medio Ambiente. 2002. 63 p.

**TROËNG Sebastián.** Coordinador de Investigación de Caribbean Conservation Corporation. Costa Rica.

**TUFTS C.E.** Report on the Buritaca Marine Turtle Nesting Reserve with emphasis on Biological data from "Operación Tortuga 1972" and recommendations for the future. INDERENA. Bogotá D.E. Informe Técnico.1972. 67 p.

**WOOD J. y F. WOOD.** Hibridization of *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricate*. En: Copeia. 1983. No.3. 839-842 p.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo a lo largo de la costa del departamento de Santa Marta, entre los 11°21'N – 74° 13'W y los 11°15'N – 73°42'W correspondientes al área comprendida entre el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y el margen derecho del río Don Diego, en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta ([Ver anexos](#)).

Esta zona presenta un clima tropical con precipitación monodal ( Plan de Desarrollo Sostenible de la Sierra Nevada de Santa Marta, 1997 ) y cuatro estaciones a lo largo del año: Una época seca mayor entre diciembre y abril, en la cual la frecuencia y velocidad de los vientos alisios del noreste son notables, seguida por la época húmeda menor en los meses de mayo y junio, y seca menor en julio y agosto respectivamente. Por último, la época húmeda mayor que va desde septiembre y noviembre ( Arteaga, Criales y Manjares, 2003 ).

Las 30 cuencas hidrográficas de la Sierra Nevada de Santa Marta, constituye un recurso muy importantes indispensable para el desarrollo de las actividades económicas y sociales en su área de influencia. La deforestación y el uso inadecuado de los recursos naturales han afectado la regulación de los caudales y la calidad de las aguas de los ríos y quebradas que allí nacen. Además, las actividades agropecuarias y agroindustriales, así como los usos domésticos producen desechos y aguas servidas que son arrojados a las fuentes de agua, afectando su calidad y posterior utilización. Pocas fincas tienen un sistema de tratamiento de aguas residuales, así que los desechos producidos por las distintas actividades, caen directamente a los ríos y

quebradas contaminándolas (Plan de Desarrollo Sostenible de la Sierra Nevada de Santa Marta, 1997).

También hay que tener en cuenta la situación de orden público que limita la integridad de ejercicio de dominio público, la situación de tenencia de tierra, uso y ocupación ilegal del área, el desarrollo de infraestructura para uso público o turismo privado sin premisos legales, el impacto de la prestación de servicios turísticos de modo desarticulado, la insuficiencia respuesta a la creciente demanda de servicios por parte de visitantes, los impactos ambientales causados por uso productivos no sostenibles y la falta de información sistematizada y especializada, ya que son algunos factores que dificultan la adecuada toma de decisiones sobre el manejo y conservación del área (Parques con la gente, 2001), causando repercusiones ecológicas que afectan directa o indirectamente las áreas de anidación de tortugas.

## ANEXO B

### UBICACIÓN DE LOS NIDOS

Desde 1995, la FTMSM viene trabajando sobre la relocalización de nidos puestos por tortugas marinas dentro del área de estudio, a dos corrales de anidación: Uno ubicado entre las desembocaduras del río Guachaca y el río Buritaca que se encuentra al cuidado de los operarios de campo de la comunidad de Puerto Nuevo, y el otro, en el margen izquierdo de la desembocadura del río Don Diego bajo la responsabilidad del Comité de Pescadores Artesanales de la Boca de Don Diego. De estos corrales se obtuvieron 2 de los nidos analizados en este estudio. En el PNNT se encuentra en la playa de Cañaveral 1 solo corral de anidación, en el cual se colocan algunas de las nidadas encontradas en las playas más cercanas desde el año 2001 y del cual se obtuvieron y analizaron 4 nidos. En esta misma playa se encontró 1 nido “in situ” ([Figura 1](#)). Los otros nidos se localizaron en las playas de Gumarra ([Figura 5](#)), El Medio y La Boca del Saco ([Figura 3](#)) dentro del PNNT, y en la playa perteneciente a la finca el Arroyo del Tigre ([Figura 2 y 4](#)) que se encuentra aproximadamente a 500 m del corral de Guachaca, sobre la misma playa.



**Figura 1.** Nido de Carey (*Eretmochelys imbricata*) de la playa de Cañaveral



**Figura 2.** Nido de carey (*Eretmochelys imbricata*) de la playa del Arroyo del Tigre



**Figura 3.** Nido de gogó (*Caretta caretta*) de la playa de Boca del Saco



**Figura 4.** Nido de tortuga gogó (*Caretta caretta*) de la playa del Arroyo del Tigre



**Figura 5.** Playa de Gumarra

**Figura 7.** Corral de anidamiento de Cañaverál



## ANEXO C

### MARCO TEÓRICO

#### 1. TAXONOMÍA

A continuación se muestra la clasificación taxonómica para las tortugas marinas adaptado de Rueda *et al* (1992) y Frazier (1999 En: Eckert y Abreu-Grobois).

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Chordata

**Subphylum:** Vertebrata

**Superclase:** Tetrapoda

**Clase:** Reptilia

**Orden:** Testudines (Linnaeus, 1758)

**Sub Orden:** Sasicelydia (Gaffney, 1975)

**Infraorden:** Cryptodira (Cope, 1868)

**Superfamilia:** Chelonioidae (Baur, 1893)

**Familia:** Cheloniidae

**Géneros:** *Caretta* (Rafinesque, 1814) y *Eretmochelys* (Fitzinger, 1843)

**Especies:** *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) y *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)

#### 2. LAS TORTUGAS MARINAS

Las tortugas marinas son amniotas al igual que los cocodrilos, lagartos, aves y mamíferos actuales, ya que presentan una membrana del huevo (el amnios), gracias a la cual evitan la pérdida del agua. La adquisición de esta estructura permitió a los amniotas la conquista de casi todos los ambientes terrestres, pues a diferencia de los anfibios, no debían retornar al agua para desovar ( Ewert 1989 En: Harless y Morlock,1989; Kinneary, 1996 y Meylan y Meylan 1999 En: Eckert *et al.*, 1999).

A diferencia de las tortugas terrestres, no retraen ni la cabeza ni las extremidades dentro del caparazón. Sus extremidades están modificadas en forma de aletas, siendo las anteriores más largas y las que dan origen al desplazamiento, y las posteriores le sirven de timón. La parte superior del caparazón está unida con la parte inferior (plastrón) emergiendo de los puntos de unión las extremidades.

Cuando alcanzan la madurez sexual, las hembras de tortugas marinas llegan a las playas a desovar, cavando un hueco en la arena y depositando ahí sus huevos. Después de esto, lo cubren y los camuflan con arena para luego regresar al mar.

Los huevos son redondos, de color blanco y poseen un cascarón calcáreo muy flexible, que después del tiempo de incubación toma un color amarillo pálido y aumentan en tamaño como consecuencia de una mayor absorción de agua (Caldwell, 1959 En: Ramirez, 1976). La incubación de los huevos de tortugas marinas duran aproximadamente dos meses y después de este tiempo, los neonatos eclosionan y se dirigen inmediatamente al mar, dependiendo del horizonte marino.

Los neonatos nacen con el caparazón y el plastrón blandos y con el vitelo aún adherido al cuerpo, el cual les sirve como reservorio de alimento durante un tiempo en el mar.

**2.1. Desarrollo Embrionario:** Durante el proceso de incubación, la energía almacenada en los huevos se transforma en tejido embrionario, adaptándose el embrión al ambiente de la playa de anidación a través del intercambio de oxígeno, gas carbónico y agua, además de la temperatura. Este intercambio se realiza entre los huevos circundantes dentro del nido y con las nidadas que se encuentran dentro de la misma playa. El embrión en desarrollo también está involucrado en el intercambio, ya que produce calor, CO<sub>2</sub> y consume O<sub>2</sub> (Ackerman 1997 En: Lutz y Musick ,1997).

El desarrollo de los embriones de tortugas, depende de una membrana capilar corioalantoica para su intercambio gaseoso. Los gases respiratorios deben ser intercambiados entre la sangre corioalantoica y el gas del nido a través de la cáscara del huevo y sus membranas. Aunque esta cáscara es flexible y fibrosa, presenta una resistencia a la difusión de los gases ( Ackerman, 1980 ).

**2.2. Neonatos de la tortuga Gogó (*Caretta caretta*):** La cabeza es grande y presenta dos pares de placas prefrontales con una fuerte placa córnea. El caparazón tiene forma de corazón, siendo más amplio en la región de los hombros. Está cubierto con placas córneas no traslapadas: cinco pares costales (ciz y cd) ( las dos primeras más pequeñas tocan la placanucal ) y cinco pares vertebrales (v). Presenta tres crestas longitudinales y el rango de la longitud recta del caparazón (LRC) está entre 38-58 mm (Mortimer y Pritchard, 1999 En: Eckert *et al.*, 1999) .

**2.3. Neonatos de la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*):** La cabeza no es tan grande como la de la tortuga caguama. Presenta dos pares de placas prefrontales y un pico córneo llamado carúnculo. El caparazón es oval y está cubierto con placas córneas traslapadas (imbricadas): cuatro pares costales ( las dos primeras no tocan la

placa nugal) y cinco pares vertebrales. El rango de LRC se encuentra entre los 39–46 mm (Mortimer y Pritchard, 1999 En: Eckert *et al.*, 1999) .

**2.4. Anormalidades:** Las principales anormalidades encontradas en el momento del nacimiento y del desarrollo embrionario se consideran como anormalidades congénitas que abarcan en un sentido amplio a las malformaciones, deformaciones y disrupciones. Se ha estimado, que las causas genéticas explican entre el 20% y el 25% de las anomalías congénitas y el 5% al 10%, de factores ambientales. El 65% y el 75% de los defectos se le atribuye a causas desconocidas, pero pueden ocurrir interacciones ambientales y/o genéticas conocidas como herencia multifactorial (Lacera, Montenegro y Pedraza, 1996). Según Curtis y Barnes (1989), esto no significa que las mutaciones ocurren sin causa, sino que los acontecimientos que las generan son independientes de sus efectos posteriores.

La mayoría de las anormalidades estructurales resulta de la ruptura de los cromosomas inducida por varios factores medio ambientales como la radiación, las drogas, los virus, teratógenos, entre otros. Según Lacera (Com. Pers.), el tipo de anormalidades resultantes depende de la región del cromosoma comprometido, siendo los órganos embrionarios los más sensibles a agentes nocivos ya que este es el período de máxima diferenciación.

### 3. METALES PESADOS

**3.1. Plomo (Pb):** Es un elemento metálico sin función conocida en el cuerpo. Se encuentra en la naturaleza como galena, grusita y anglesita. Una vez absorbido en el cuerpo, circula en el organismo unido a los glóbulos rojos. Forma con los fosfatos del plasma fosfato coloidales de plomo, los cuales son muy solubles y constituyen el plomo circundante y tóxico (Córdoba, 2000). El plomo inorgánico proviene de muchas

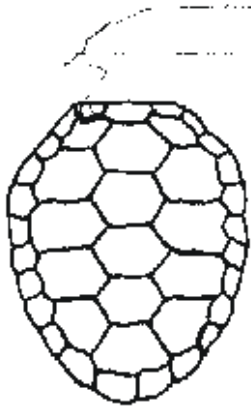
fuentes industriales y mineras presentándose en el agua en un estado de oxidación +2. El plomo de la gasolina es sin duda la mayor fuente de plomo terrestre y atmosférico (Manahan, 1994).

**3.2. Cobre (Cu):** El sulfato de cobre es utilizado con frecuencia como emético y en fungicidas y herbicidas. Sus fuentes principales son los desechos industriales, las aguas ácidas provenientes de las minas y combustibles (Córdoba, 2000)

**3.3. Efectos contaminantes:** Los efectos contaminantes pueden ser visibles o invisibles: En el primer caso, se manifiestan cuando la concentración y la toxicidad superan el umbral propio del contaminante admitido por la especie o individuo. En el segundo, los efectos no se ven al no superarse el umbral, limitándose a alterar diversas funciones de manera más o menos grave (Seoáñez,2000).

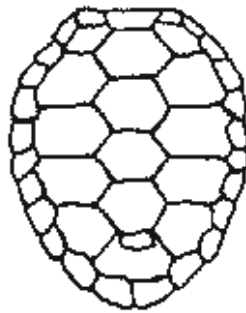
## **CATALOGO DE LA DISTRIBUCIÓN ANORMAL DE LAS PLACAS DEL CAPARAZÓN**

### **1. Catálogo de la tortuga gogó**



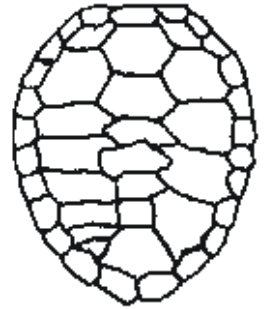
5-5-5  
Caguama normal

1



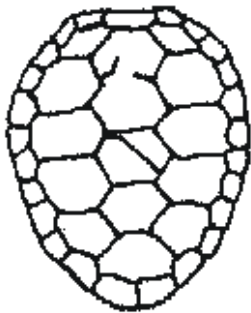
5-6-5  
5ta. Vertebral (V) doble  
(pestaña)

2



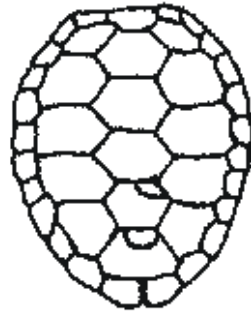
8-7-5  
Distribución irregular de las  
placas a partir del las terceras  
placas

3



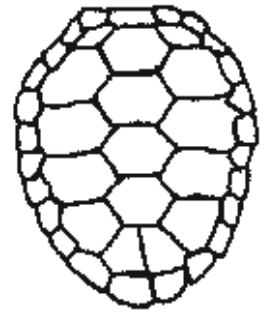
5-5-5  
1y2 V parcialmente divididas; 3ra  
V doble

4



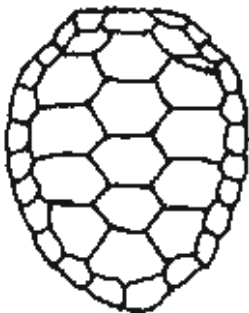
5-7-5  
4ta y 5ta V con pestañas

5



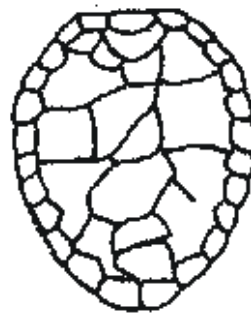
5-6-5  
5ta V doble

6



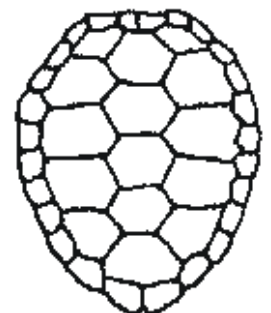
5-5-6  
2da costal derecha con pestaña

7



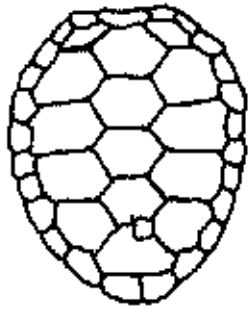
"5-8-3"  
Caparazón irregular (no se  
puede clasificar)

8



5-5-5  
Nucal dividida

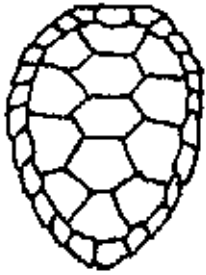
9



**5-6-5**  
**Pestaña en la 5v**

**10**

## **2. Catálogo de la tortuga carey**



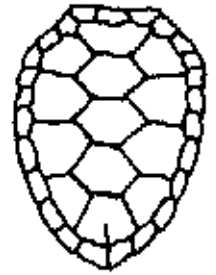
4-5-4  
Carey normal

1



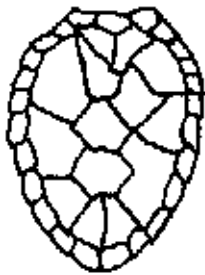
3-11-3  
Distribución irregular; fusión  
de placas costales

2



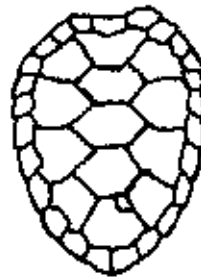
4-5-4  
5ta V con división incompleta

3



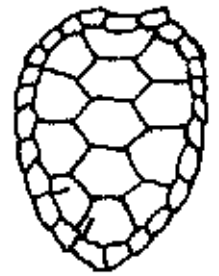
3-8-3

4



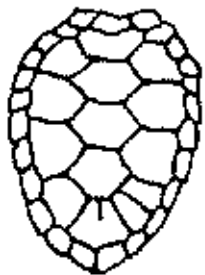
4-6-4  
5ta V con pestaña

5



4-5-4  
4 costal Izquierda (Ciz) y 5ta  
V con divisiones incompletas

6



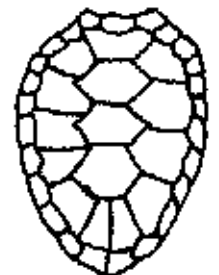
4-5-5  
5taV división incompleta; 4ta  
Cd doble

7



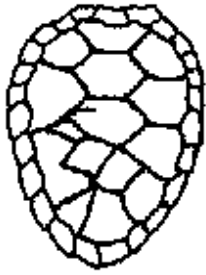
4-6-4  
5taV pestaña

8



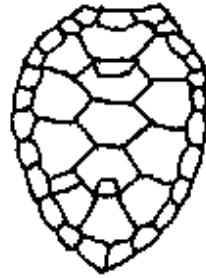
5-6-4  
Placa de más entre 2da y 3ra  
costales izquierdas

9



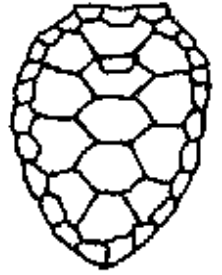
5-6-4  
Distribución irregular

10



5-7-4  
4ta Ciz doble; 2da y 4ta  
Vertebrales con pestaña

11

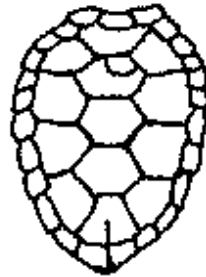


4-6-4  
2da V con pestaña



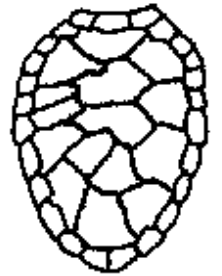
4-3-4  
Ausencia de las 4ta y 5ta V

13

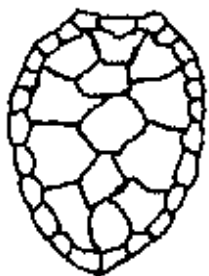


4-6-4  
2da V pestaña; 5ta V div.  
Incompleta

14

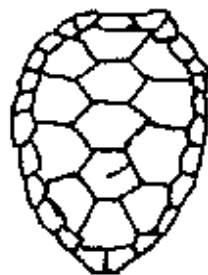


5-6-4  
Distribución irregular



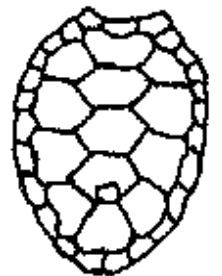
4-5-4  
Distribución asimétrica

16



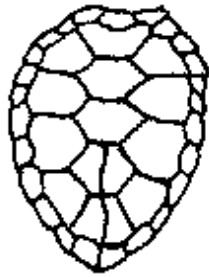
4-5-4  
4ta V división incompleta

17



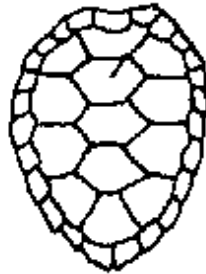
4-6-4  
4ta V pestaña

18



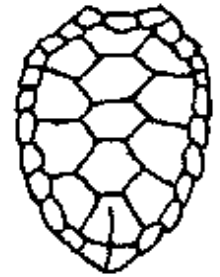
4-7-4  
4ta y 5ta vertebrales dobles  
(división transversal continua)

19

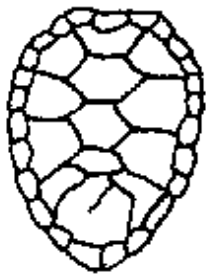


4-5-4  
2da V división incompleta

20

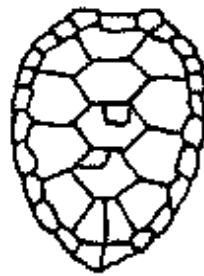


4-5-4  
5ta V división incompleta



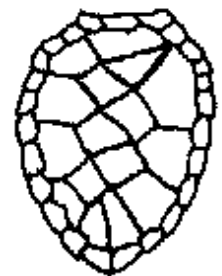
4-5-4  
Distribución asimétrica; 5ta V  
división incompleta

22



4-8-4  
3era y 4ta Vertebrales con  
pestaña; 5taV doble

23



4-9-3  
Distribución irregular



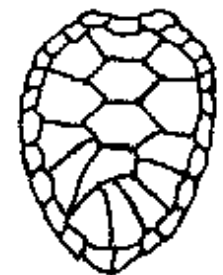
4-6-4  
Sin nucal; 3ra y 4ta C iz  
fusionadas con "4ta división";  
5ta dividida ( cada una con  
división incompleta)

25

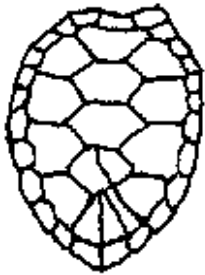


4-5-3  
Distribución irregular entre las  
4tas costales y la 4ta y la 5ta V

26



4-6-5  
Distribución irregular a partir  
la mitad posterior



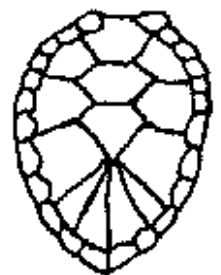
4-7-5  
5t V doble; 4ta V con división  
que continúa hasta dividir  
también a la 4Cd

28



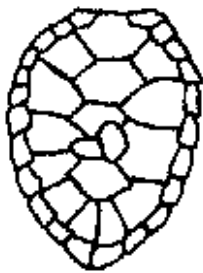
4-6-4  
Sin nucal; 5ta V doble

29



4-5-4  
Sin nucal; 3ras costales  
aumentadas y 4tas disminuidas;  
ausencia 4taV; 5ta V dividida y  
aumentada

30



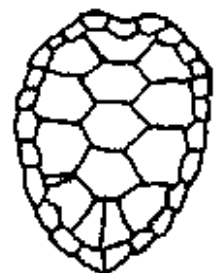
5-8-4  
Sin nucal; distribución  
irregular

31



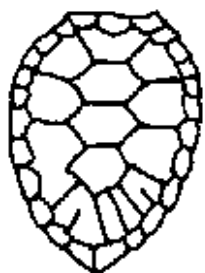
“3-9-4”  
Distribución irregular

32



5-6-4  
4ta Ciz pestaña; 5ta V doble

33



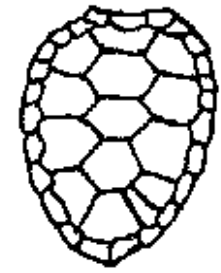
3-7-4  
Distribución irregular

34



3-8-4  
Distribución irregular

35



4-5-5  
4ta Cd doble

36



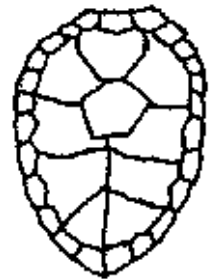
“5-8-4”  
Sin nual; distribución  
irregular

37



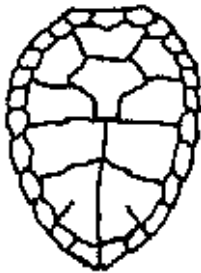
3-5-4  
Fusión entre 3ras y 4tas costales;  
2daV doble; ausencia 4ta V;  
5taV doble (c/nueva placa con  
división incompleta

38



4-2-4  
Ausencia 3ra, 4ta y 5ta  
Vertebrales; las costales  
aumentadas de tamaño, ocupa  
el lugar de las V.

39



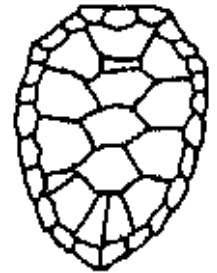
4-2-2  
Definición igual a la anterior y  
además las 4tas costales división  
incompleta.

40



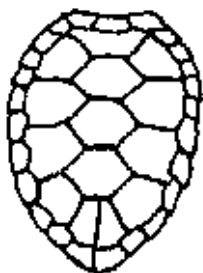
5-8-5  
4tas Costales dobles; 2 V doble;  
palquita entre 4ta y 5ta Vs; 5ta V  
doble

41



5-7-4  
4ta Cd y 1era V con pestañas  
5ta V doble.

42



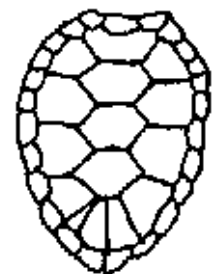
4-6-4  
5ta V doble

43



4-6-4  
5ta V doble

44



5-6-4  
4taC iz y 5ta V dobles

45