



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**CARACTERIZACIÓN DE LA PLAYA DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS  
“ARRECIFES”, SEGUIMIENTO DE LA TEMPORADA 2005 Y COMPARACIÓN DE DIFERENTES  
SISTEMAS DE INCUBACIÓN DE NIDADAS -SECTOR ARRECIFES-PARQUE NACIONAL  
NATURAL TAYRONA**

PAOLA ANDREA FRANCO MUÑOZ

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA  
BOGOTÁ  
2008



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**CARACTERIZACIÓN DE LA PLAYA DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS  
“ARRECIFES”, SEGUIMIENTO DE LA TEMPORADA 2005 Y COMPARACIÓN DE DIFERENTES  
SISTEMAS DE INCUBACIÓN DE NIDADAS -SECTOR ARRECIFES-PARQUE NACIONAL  
NATURAL TAYRONA**

PAOLA ANDREA FRANCO MUÑOZ

Trabajo de grado para optar al título de  
Biólogo Marino

Director

GUIOMAR AMINTA JÁUREGUI ROMERO

Bióloga Marina

MS. Ciencias Ambientales

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA

BOGOTÁ

2008



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Fecha**



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*



**A mis papas...**  
Muchas gracias por creer en mí, por la confianza, dedicación, paciencia y apoyo incondicional...  
**A mis hermanas y tía**  
**A Gaia...**



## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo tengo que agradecerle a la energía universal, al padre universal todopoderoso por haberme brindado cada una de las oportunidades que he tenido en la vida, por la familia en la que crecí y a la madre tierra por permitirme conocer su poder y deslumbrarme con su belleza.

A mi papá, porque sin querer incentivó en mí desde niña este amor y pasión por la naturaleza. Recuerdo mucho de pequeña estar a su lado viendo programas y documentales naturales, que creo fueron una semilla que sigue dando frutos dentro de mí cada segundo de mi existencia.....A mi mamá por su dedicación, apoyo incondicional, confianza, paciencia, amor... en fin, mamá muchas gracias por todo no lo hubiese logrado sin ti... De verdad sin los sacrificios que ustedes han hecho por brindarme lo mejor siempre nada de esto hubiera sido posible, infinitas gracias, los amo mucho. A mis hermanas, Gato muchas gracias por los perfiles y por todo; Natis también muchas gracias por colaborar siempre, a mi tía Olga que siempre ha sido como una segunda madre para nosotras.

A Alejo, porque a pesar de todos los inconvenientes que hemos pasado siempre has sido un gran apoyo y colaboración no solo en la realización de este documento sino en mi vida personal, me enseñaste y sigues enseñando cada segundo muchas cosas valiosas, gracias. Te amo mucho.

A la Unidad Administrativa Especial de Sistema de Parques Nacionales Naturales por brindarme la oportunidad de realizar la investigación en ese mágico lugar que es el Parque Tayrona.

Nicanor Molina, de verdad fue un gran apoyo y colaboración durante los cuatro meses que permanecí en este lugar, gracias por enseñarme y brindarme su experiencia en campo con estos asombrosos animales, muchas gracias también por su amistad. También a las personas residentes del sector Arrecifes, pescadores y demás por la información y la colaboración brindada.

Hay muchas más personas a las que tengo que agradecerles sinceramente por toda su colaboración y dedicación: Andrés Franco, Juan Carlos Trujillo, Adolfo San Juan muchas gracias por la bibliografía facilitada, y las asesorías brindadas.

Agradezco infinitamente también a mis amigos que incondicional y desinteresadamente me ayudaron de una u otra manera para esto fuera posible: a Mario (peche) de verdad muchísimas gracias por dedicarme tiempito y ñoñar conmigo en sus vacaciones; a Carito, y Mónica Duarte por toda su colaboración (en campo, durante la realización de este documento) y sobre todo gracias por ser tan especiales y buenas amigas; a John Jairo (JJ) por dedicar parte de su tiempo a explicarme y colaborar siempre que solicité su ayuda; Lalex muchas gracias por todo el apoyo moral y por contactarme con ese ángel que fue para mí en último momento (Jose David Martínez), sin su ayuda creo que todavía no estaría escribiendo esta parte; a Ricardo (Rick), de verdad mil gracias, sin tú computador y colaboración creo que aun estaría escribiendo la discusión o algo así. Marce, muuuuchas gracias por ayudarme en la presentación y por acompañarme, gracias por ser tan linda y buena amiga conmigo, aunque un poquito perdida a veces jaja. Gracias a todas aquellas personas que se me pasa mencionar pero que sé que estuvieron ahí siempre colaborándome, enseñándome y compartiendo conmigo.



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

A mi directora por el respaldo que fue también para mí durante mi estadía en el Parque, por acogerme en la línea de investigación de Tortugas Marinas.

A Randall Arauz por dedicarle algo de su tiempo a leer mi documento, por sus sugerencias y por siempre mostrarme una actitud abierta y colaboradora.

A la universidad (UJTL- sede Santa Marta) por prestarme las instalaciones de laboratorio para poder llevar a cabo la fase de granulometría

Finalmente al Mar por envolverme con su misterio y belleza abrumadora, por permitirme apreciar toda su grandeza y poder, por ser una parte tan importante en mi vida.



## TABLA DE CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUCCIÓN</b>  | <b>26</b> |
| <b>2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>   | <b>33</b> |
| <b>3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>   | <b>33</b> |
| <b>4 HIPÓTESIS</b>   | <b>34</b> |
| <b>5 ÁREA DE ESTUDIO</b>   | <b>35</b> |
| <b>5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA (PNNT)</b>  | <b>35</b> |
| <b>5.2 SECTOR ARRECIFES</b>  | <b>37</b> |
| 5.2.1 Playa arrecifes  | 38        |
| <b>6 CARACTERIZACIÓN DE LA PLAYA</b>   | <b>40</b> |
| <b>6.1 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES</b>  | <b>40</b> |
| 6.1.1 Sectorización y geomorfología de la playa: inicialmente se efectuó un reconocimiento mediante recorridos y observaciones directas, buscando identificar elementos ambientales particulares como afloraciones rocosas, presencia de escorrentías, madrevejas, etc. Posteriormente se procedió a medir su longitud total empleando un decámetro que se extendió a lo largo de ésta, siguiendo su morfología no lineal en sentido paralelo a la línea de ribera; a manera de control se dejaron señalizaciones cada 100m. Para la sectorización de la playa se ubicó el punto medio y se marcó una división (transecto central) perpendicular a la línea de costa, a partir de la cual se midieron distancias equidistantes de 190m a cada lado, de acuerdo a lo sugerido por Jáuregui (2000) para playas de longitudes mayores a 1000m, en donde la distancia entre estaciones se recomiendan alrededor de los 200m; se demarcaron entonces, cinco (5) estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) las cuales fueron georeferenciadas por medio de un GPS GARMIN 45 XL, al igual que los puntos extremos coincidentes con formaciones rocosas. Se determinó que la playa Arrecifes tiene una LT de 1140m; en la Tabla 1 se refieren las correspondientes estaciones con sus respectivas distancias y posiciones, partiendo del costado noroeste (NW) en dirección noreste (NE). | 41        |
| Los datos obtenidos, fueron consignados en formatos de campo para su posterior análisis; se diagramaron los respectivos perfiles por medio del programa de diseño AutoDesk Architectural AutoCAD 2006 y posteriormente mediante el empleo de Macromedia Flash Player 7,0 se modelaron ejemplificando la dinámica que presentó cada estación durante el periodo de observación, la Figura 6 muestra una modelación llevada a cabo para la playa La Gumarra durante el período correspondiente a 2004.   | 43        |



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

6.1.2 Componente edáfico: durante una semana al mes, se realizó un monitoreo intensivo por dos días en intervalos de 4 h: 1:00, 5:00, 9:00, 13:00, 17:00 y 21:00 para contar con un set mínimo de 12 datos por mes.

43

En los estratos de cada una de las estaciones se efectuaron mediciones de algunos factores fisicoquímicos del sedimento como la temperatura por medio de un termómetro de precisión 1°C, el pH y el porcentaje de humedad relativa (% Hr) empleando un potenciómetro Solid-tester, buscando conocer sus posibles variaciones durante el tiempo de estudio; adicionalmente se recolectaron muestras de sedimento con la ayuda de un tubo de PVC adaptado como corazonador, las cuales se dejaron expuestas al sol aproximadamente por dos días, removiéndose periódicamente con el fin de asegurar un secado uniforme. Posteriormente se almacenaron en bolsas plásticas previamente rotuladas, realizándose como complemento una breve descripción cualitativa (textura, color, homogeneidad, etc.) \_\_\_\_\_ 44

6.1.3 Condiciones oceanometereológicas: se tuvieron en cuenta la temperatura y la humedad ambiente medidas por medio de un hidrómetro digital. Así mismo, se registró la energía del mar de acuerdo a una escala cualitativa previamente establecida con base a su intensidad (0: baja, 1: media-baja, 2: media, 3: media-alta, 4: alta y 5: muy alta). También se tomó la nubosidad con respecto al cubrimiento de la bóveda celeste para lo cual se dividió en ocho partes iguales (octas) teniendo los siguientes intervalos: 0/8 -2/8 corresponde a un cielo despejado, 3/8- 5/8 cielo parcialmente nublado, 6/8- 8/8 cielo nublado. \_\_\_\_\_ 45

6.1.4 Flora y fauna asociada: como complemento para la caracterización de la playa se realizó una descripción general de los grupos florísticos y faunísticos presentes en la playa, buscando identificar los posibles riesgos que puedan afectar la actividad de anidamiento de las tortugas marinas. \_\_\_\_\_ 45

6.1.5 Análisis de datos: la información obtenida se consignó en sus respectivas tablas, obteniéndose los principales estadígrafos para todas las variables analizadas en cada una de las estaciones (E1, E2, E3, E4, y E5) y sus diferentes estratos (ZV, ZM, ZL) como promedios, error estándar (EE), coeficiente de variación (%CV); posteriormente los datos se sometieron a la comprobación de los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas, evaluando inicialmente la homogeneidad de varianzas (test de Bartlett) y la normalidad por medio del test de Shapiro-Wilks. Con el fin de determinar la existencia o no de relaciones estadísticamente significativas se aplicó de test de Kruskal-Wallis ya que las muestras fueron no paramétricas. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un 95% de confiabilidad empleando el software Statgraphics Plus versión2. \_\_\_\_\_ 46

## 6.2 DATOS OBTENIDOS DURANTE LAS MEDICIONES \_\_\_\_\_ 48

6.2.1 Aspecto geomorfológico: permitió evaluar la dinámica de la costa puesto que la morfología de la playa puede reflejar el comportamiento y la acción que ejerce la marea sobre esta; además, por medio de los perfiles construidos se hizo posible conocer que tanto variaron la longitud e inclinación en diferentes puntos de cada uno de los transectos; los datos obtenidos muestran como ZM presentó los mayores valores durante los meses de muestreo, mientras que el mayor coeficiente de variación fue para ZV seguido por ZM y por último ZL,





## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

indicando posiblemente que esto pudo ser debido al proceso de progresión y regresión de las macrófitas rastreras (fríjol de playa principalmente) que inciden en estos dos estratos (Ver Tabla 4). \_\_\_\_\_ 48

Observando la Figura 9 y la Tabla 5 se puede apreciar gráficamente como ZM, registró los mayores valores durante el mes de junio, mientras que los menores promedios de su extensión se presentaron en agosto, quizás como consecuencia del incremento de lluvias y de la actividad del mar, cuya incursión en la playa reduce de manera particular las estaciones centrales, contrario a lo que se evidencia con los extremos cuyas distancias se ven incrementadas, dejando ver una línea de costa tendiente a la concavidad. \_\_\_\_\_ 49

6.2.2 Componente edáfico: con respecto a los factores evaluados los resultados generales de granulometría de la playa arrojaron información según la cual el tipo de grano predominante correspondiente a arenas finas pues en todos los casos su promedio se encuentra representado con valores superiores a 60% indicando que esta es la clase de partícula más representativa en esta playa por lo menos durante el período de tiempo en que se llegó a cabo este estudio (Tabla 6). \_\_\_\_\_ 59

Por su parte la temperatura del sedimento presenta una clara tendencia en la cual como era de esperarse ZL tiene los valores más bajos (oscilando entre los 27 y 30°C) registrándose su mayor valor (30,43°C +/- 0,274) durante el mes de junio, seguida por ZV con valores promedio entre 30-32°C con su mayor reporte para el mes de julio (32,82 +/- 0,332) y con los mayores valores se encuentra ZM con temperaturas entre 30-33°C con los mayores registros durante el mes de julio (33,85 +/-0,280) (Tabla 6). \_\_\_\_\_ 60

6.2.2.1 Tamaño del sedimento: según los datos obtenidos es posible evidenciar que esta playa presenta un tipo de grano en el sedimento que se clasifica dentro de Arenas finas (Figura 13), además se encuentra bien clasificado puesto que sus partículas son bastante homogéneas entre sí y al tocarlo se puede notar la suavidad, también a simple vista no se observa gran disimilitud entre estos como lo expresan los resultados expuestos en seguida; además presenta una tonalidad grisácea, muy suave y fina en comparación con playas aledañas como “La Gumarra” y “Arenilla” cuyos granos tienden a ser más gruesos y de una tonalidad más amarilla... 62

6.2.2.2 Temperatura del sedimento: en la Figura 20 se puede observar el comportamiento presentado por este factor durante los cuatro meses de muestreo para cada estrato en las diferentes estaciones, evidenciándose que en ZV durante junio los valores fluctuaron entre 31,222+/-0,375 y 32,611+/-0,772°C, encontrándose el mínimo en E2 y el máximo E5. Para el mes de julio la temperatura promedio del sedimento de esta zona se incrementó especialmente en E4 y E5, pasando la primera de 31,900+/-0,745 a 33,765+/-0,763°C y alcanzando la segunda los 33,650+/-0,689°C (Tabla 7). En agosto se obtuvieron los menores registros para las cinco estaciones en el rango de 30,500+/-0,289 a 31,500+/-0,289°C (E2 y E4 respectivamente). Con respecto al mes de septiembre se aprecia nuevamente un incremento en todas las estaciones a excepción de E2. Cabe resaltar que si bien no se observó una tendencia particular en el comportamiento de este factor a lo largo de ZV (comparando las diferentes estaciones) si se pudo apreciar que el costado Este de la playa (que contiene E4 y E5) exhibió siempre los mayores valores, posiblemente debido a que por su posición geográfica recibe mayor incidencia lumínica. \_\_\_\_\_ 72



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

Es así como los resultados generales arrojados expresan las diferencias de la temperatura del sedimento entre los tres estratos, siendo ZM en todos los casos la zona más caliente a lo largo de las estaciones como era de esperarse, lo cual se asocia con que allí no se presenta vegetación que mitigue el calor de la arena, ni tampoco alcanza a ser mojada por la marea, lo que conllevaría a producir un efecto de disminución de los rayos solares que inciden directamente sobre esta, favoreciendo su mayor calentamiento. Con respecto a las variaciones que se identificaron entre los meses, agosto registró las mas bajas temperaturas para los tres estratos, producto de las fuertes lluvias que se produjeron durante este mes, asociadas a la gran nubosidad de dicho periodo (Tabla 15, pag 75), que también influye en el efecto que puede causar la radiación solar; por el contrario, julio y septiembre alcanzaron los mayores valores promedios, concordando con cielos más despejados, a pesar de que ZL mostró en este último mes los menores registros, posiblemente debido al efecto que puede causar el mayor lavado por el incremento en la actividad del mar. \_\_\_\_\_ 79

6.2.3 Aspectos Oceanometereológicos: además de la temperatura y humedad ambiente, se tuvieron en cuenta escalas cualitativas para la determinación tanto de la energía del mar como de la nubosidad del cielo, así mismo se consideró el ciclo lunar, registrando el día a cada fase. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar en cuanto a la temperatura ambiente que no se presentaron grandes fluctuaciones entre los estratos para cada uno de los meses, registrándose el mayor valor para ZM durante el mes de junio ( $32,108 \pm 0,575^\circ\text{C}$ ) y el menor en agosto para ZL ( $30,487 \pm 2,750^\circ\text{C}$ ) (Tabla 13). \_\_\_\_\_ 80

Con respecto a la humedad relativa, los datos más bajos y de mayor fluctuación se evidenciaron durante los meses de junio y julio oscilando entre 83 y 95%, sin embargo, para agosto y septiembre este factor se estabiliza e incrementa alcanzando los máximos valores (100%); esto puede relacionarse con el aumento de las lluvias presentadas en este periodo. En cuanto a los estratos se apreciaron algunas variaciones: como en junio solo se evaluó ZM y el valor promedio obtenido fue de 83,554%. Julio presentó los mayores cambios, alcanzando ZM el más alto valor con  $95,512\% \pm 0,639$ , seguido por ZL con  $89,913\% \pm 2,313$  y por último ZV con  $85,949\% \pm 3,625$  con el mayor coeficiente de variación (Tabla 13). \_\_\_\_\_ 81

6.2.3.1 Temperatura ambiente: la Figura 25 y Tabla 14 muestran el comportamiento más detallado de este factor durante el estudio; se puede observar que no presentó grandes variaciones entre estratos ya que fluctuó entre un rango de 30 a  $32^\circ\text{C}$  aproximadamente a diferencia de la temperatura del sedimento que osciló entre  $27$  y  $35^\circ\text{C}$  evidenciándose una mayor estabilidad de esta variable en la capa de aire. A pesar de no contar con todo el set de datos para junio, se observa que ZM alcanza en este periodo los mas altos valores y cambios entre estaciones con  $30,581 \pm 1,047^\circ\text{C}$  (E1) y  $33,736 \pm 1,547$  (E3); julio es el mes de menos diferencias entre los estratos y estaciones, registrando E1 en ZV  $32,718 \pm 1,131$  y E5 en el mismo estrato el menor ( $31,135 \pm 0,619$ ). Con respecto a agosto como era de esperarse se obtuvieron los menores registros, encontrándose las más bajas temperaturas en general para E1 y E2 con  $29,967 \pm 1,719^\circ\text{C}$  y  $30,467 \pm 1,651^\circ\text{C}$  respectivamente; aún así cabe resaltar que el mínimo valor promedio de temperatura ambiente del mes estuvo en E5 (ZV con  $29,867 \pm 1,320^\circ\text{C}$ ) y el mayor en E4 (con ZM y ZV de  $31^\circ\text{C}$ ) y que a pesar de tener menor número de mediciones con el EE más amplio, el rango de oscilación se encuentra entre valores referidos para



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

la zona. De manera contraria, en Septiembre vuelven a observarse incrementos en esta variable, aunque inferiores a los de julio; fue uno de los meses más estables con promedios de temperaturas alrededor de los 31°C tanto en estratos como en estaciones. Sin embargo, al observar los resultados obtenidos en Escobar 2007 se aprecia que este mes presentó una temperatura promedio levemente superior a la registrada durante el mes de septiembre del mismo estudio (30,27+/-0,35 y 30.18 +/-0,37 respectivamente), lo cual se puede relacionar con características propias de cada sector, así como con posibles variaciones al momento de tomar los registros (i. e días, horas, entre otros). \_\_\_\_\_ 83

6.2.3.2 Humedad ambiente: en la Figura 27 es posible apreciar claramente la tendencia estable que mostró esta variable durante la segunda mitad del tiempo de muestreo, aunque en los primeros meses como en junio se exhibieron las mayores fluctuaciones de ZM entre las estaciones expresando el menor porcentaje de humedad (%H) E4 con 65,364+/-7,344% y la mayor E1 con 89,733+/-3,059%. Para julio, este estrato (ZM) mostró apreciables incrementos y en general, las estaciones del costado Este (E4 y E5) registraron valores superiores en sus diferentes zonas, posiblemente por la relación que puede llegar a existir con el efecto de los registros de mayores temperaturas de sedimento en este extremo de la playa, cuya condensación estaría incidiendo directamente con los porcentajes de humedad ambiente en esta área; para este mes el rango de oscilación se encontró entre 92-97%. Agosto evidenció los máximos valores de humedad (100%) para las cinco estaciones y sus respectivos estratos como producto de la temporada invernal ya descrita, no alcanzándose a apreciar variaciones en este factor. Finalmente se presentaron en septiembre, leves descensos que fluctuaron entre 98,900%+/-0,767 y 99,600%+/-0,306, para E1 en ZL y E5 en ZV respectivamente (Tabla 14). 85

6.2.3.3 Energía del mar: se refiere a la fuerza y nivel de actividad con que llega el oleaje a la playa, logrando incidir sobre su relieve o la morfología; los perfiles topográficos construidos en cada una de las estaciones de acuerdo al cambio mostrado en sus estratos reflejan el efecto que puede llegar a causar particularmente con relación a los cambios en las, pendientes o acumulación de bermas. \_\_\_\_\_ 86

6.2.3.4 Nubosidad: con base a los registros efectuados durante los diferentes muestreos, teniendo en cuenta que podrían presentarse variaciones en este factor en términos de horas mientras se adelantaban las correspondientes mediciones entre estaciones, se pudo notar que durante el mes de junio la nubosidad predominante fue 6/8 correspondiendo a un cielo nublado (Tabla 15 a y b)). Entretanto el mes de julio evidenció para estos días una mínima cantidad de nubes (1/8) reflejando un cielo despejado posiblemente producto de la acción de los vientos alisios aún presentes. Agosto se caracterizó por presentar en su mayoría cielo completamente cubierto (8/8) y presencia de fuertes lluvias, lo cual se corrobora con los registros de este factor durante el mes, relacionándose a su vez con la presencia de pocos vientos debido a la ausencia durante este período de los vientos alisios. Por último para el mes de septiembre se apreció un cielo mediana o parcialmente nublado (4/8), aunque también se presentaron reportes de cielo cubierto (Tabla 15 a y b).\_ 90

6.2.3.5 Fases lunares: se toman en cuenta ya que tienen gran importancia tanto en la acción y comportamiento de las mareas intensificándolas o disminuyéndolas según sea el caso pues estas son el resultado de la fuerza



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

de atracción gravitatoria de la Luna y el Sol sobre la Tierra y el mar, es decir, que el agua en el lado de la tierra más cercano a la Luna es atraído por la fuerza de gravedad de esta (pleamar), mientras que el lado de la tierra más alejado es menos atraído (bajamar) (IDEAM, 2007). Durante el mes junio se presentó Luna nueva para el día 6, mientras que Luna llena se expuso para el día 22; durante julio por su parte, Luna nueva se reportó para el día 6 también, mientras que Luna lleva se observó para el día 21 del mes; con respecto al mes de agosto, la primera se registró para el día 5 y la segunda (Luna llena) para el 19 del mes; por último durante el mes de septiembre la Luna nueva se presentó durante el día 3 y la Luna llena para el 18 de dicho mes (Tabla 15 a y b);(Anexo F). Además este aspecto fue tomado en cuenta ya que el ciclo lunar tiene fuerte influencia en la actividad de anidación de las tortugas marinas ya que estos organismos tienden a desovar en luna menguante (cuarto menguante) o luna nueva cuando hay menos iluminación, aunque no es una condición exclusiva (Sánchez, 2007). Esta relación se discutirá más detallada en el capítulo correspondiente a actividad de tortugas marinas. \_\_\_\_\_ 92

6.2.3.6 Flora y fauna asociada: la playa Arrecifes se caracteriza por presentar una densa vegetación tropical entre la que se destaca el frijol de playa (*Ipomea pescapre*) (Figura 29 b, c), palma de coco (*Cocos nucífera*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) (Figura 29 d), principalmente; entre la fauna presente se encuentra el cangrejo fantasma (*Ocypode quadrata*) (Figura 29 e), reptiles como pequeños como lagartijas e iguanas (*Iguana iguana*) (Figura 29 f), mamíferos como perros, ardillas (*Sciurus granatensis*), tránsito de caballos, burros y aves entre otras. 92

## **7 ACTIVIDAD DE TORTUGAS MARINAS** \_\_\_\_\_ **93**

### **7.1 METODOLOGÍA DEL MONITOREO NOCTURNO DE LA PLAYA Y SEGUIMIENTO DE NIDADAS:** \_\_\_\_\_ **94**

**Durante los meses de junio-septiembre del año 2005 se recorrió regularmente la playa Arrecifes-PNNT en horas de la noche, estos recorridos iniciaban hacia las 23:00 horas y tenían como finalidad principal avistar hembras grávidas durante el proceso de anidación para identificación de especies y registro de las principales medidas biométricas (i.e longitud total, longitud estándar, largo y ancho del caparazón, entre otras); este proceso se llevó a cabo tal como lo indican las pautas para el “censo terrestre” expresadas por Schroeder & Murphy (En: Eckert et al. 2000), donde se plantea que los recorridos a lo largo de la playa se realicen con ropa oscura, y linterna frontal preferiblemente con papel celofán rojo para no perturbar a la tortuga en un posible evento de anidación así como tratar de identificar tendencias presentadas por estos organismos al momento de arribar a la playa. En este caso no fue posible observar hembras andantes por lo que no se tienen reportes morfométricos de individuos adultos.** \_\_\_\_\_ **94**



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

7.1.1 Identificación y localización de nidos y huellas: durante las primeras horas de la mañana se realizaron caminatas de un extremo al otro de la playa con el fin de identificar huellas o nidos que no hayan logrado ser observados durante el recorrido nocturno, pues en las primeras horas de la mañana la posición del sol colabora con la observación (Pritchard, 1983). Una vez observadas las huellas dejadas por la tortuga se trata de identificar tanto la especie tentativa con base a la simetría, tamaño de la huella (Anexo B Tabla 1), y profundidad de la cama (Anexo B Figura 3); así como también se trata de establecer la trayectoria que esta realizó al emerger (en el caso de huellas frescas que aún no han sido borradas por el oleaje o por el tránsito peatonal) con el fin de determinar el punto de entrada y salida al mar, si se observa evidencia de grandes cantidades de arena removida o revuelta se procede a averiguar si hay presencia de huevos. Para esto se emplea un palo terminado en punta (no muy grueso) el cual es introducido cuidadosamente en la arena en diferentes puntos de la huella o cama, se debe aclarar que este procedimiento solo debe ser realizado por personal experimentado ya que requiere de mucho cuidado y responsabilidad para evitar dañar en lo posible huevos viables, en este caso quien colaboró en esta labor fue un funcionario del parque llamado Nicanor Molina. \_\_\_\_\_ 95

7.1.2 Traslado de nidadas en riesgo: el traslado de nidadas es un procedimiento riesgoso que únicamente es recomendado como última opción para nidadas localizadas en lugares con alto peligro de ser erosionados por la marea, u otras eventualidades inminentes como saqueos y altos índices de depredación (Figura 30); lo ideal es la incubación in situ pero si es necesario, el proceso de reubicación debe hacerse en la misma playa para simplificar la logística del proyecto, minimizar el trauma del transporte y promover la perpetuación de la población en su playa de anidación (Mortimer En: Eckert, 2000). Recomendaciones que fueron seguidas en este estudio. \_\_\_\_\_ 95

7.1.3 Seguimiento de las nidadas: durante el tiempo de incubación de cada uno de los nidos se realizó la toma de la temperatura del sedimento periódicamente hasta la fecha de la eclosión, en lo posible a diferentes momentos del día y durante el mes de junio también se reportó la humedad y pH del sedimento de la misma manera que se especificó anteriormente. \_\_\_\_\_ 99

7.1.4 Éxito de eclosión y emergencia: para evitar el ingreso de predadores como cangrejos, perros y zorros playeros se llevaron a cabo las recomendaciones de Mortimer En: Eckert et al., 2000, según las cuales los nidos previos a su tiempo de eclosión se deben proteger con unos cilindros de malla de netlón plástico con ojo de malla inferior a 1cm (40x195cm), formando bastidores de aproximadamente 60cm de diámetro (Figura 34), además estos bastidores tienen la función de evitar que los neonatos emergidos no se alejen del nido antes de tomar los respectivos registros para poder realizar los respectivos índices de eclosión y emergencia.

100

Con el fin de determinar cual fue el éxito de eclosión y emergencia de cada una de las nidadas se recurrió a las fórmulas empleadas por Miller, 2000 una vez realizada la exhumación, según las cuales: \_\_\_\_\_ 101

7.1.5 Biometría y liberación de neonatos: una vez registrada la totalidad del contenido del nido (neonatos, huevos perdidos, con hongos, depredados, etc.) se tomaron 10 neonatos al azar de cada nidada (aunque para el



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

caso de N4 solo se lograron encontrar nueve individuos con vida) a los cuales se les realizaron las respectivas mediciones: para especies de caparazón duro (Cheloniidae) la Longitud Total (LT) va desde la punta de la cabeza hasta el margen posterior del caparazón, Ancho Recto del Caparazón (ARC) que se toma hacia el punto más amplio y se mide con calibrador, y el Largo Recto del Caparazón nual-supracaudal (LRC nual-supracaudal) que se determina midiendo el caparazón longitudinalmente desde el punto medio anterior (escudo nual) al extremo posterior de los escudos supracaudales; mientras que para individuos de caparazón coriáceo (Dermochelyidae) la LRC va desde la muesca nual (borde anterior del caparazón en la parte media) al extremo posterior de la proyección caudal (Bolten, 2000, En: Eckert et al., 2000) (Anexos B, Figura 4 a-c y d); así mismo se realizó la toma del peso mientras fue posible Figura 35. \_\_\_\_\_ 102

7.1.6 Exhumación: se realizó dos días posteriores a la eclosión, durante esta se tomaron los datos generales de las nidadas: números de embriones tempranos y a término encontrados, cascarones vacíos, huevos depredados, tortuguillas muertas en el nido, así como cantidad de huevos que presentaron hongos, etc. con el fin de lograr calcular posteriormente los porcentajes de eclosión y emergencia los cuales son necesarios para lograr evaluar que nidada fue más exitosa y si existen diferencias entre los tipos de incubación. Una vez extraída la totalidad del contenido del nido, esta era clasificada de acuerdo al aspecto y desarrollo presentado, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios (Figura 37). \_\_\_\_\_ 104

### **104**

## **7.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS, TEMPORADA 2005** \_\_\_\_\_ **105**

7.2.1 Período de incubación: El período de incubación y/o desarrollo embrionario es tal vez uno de los periodos más críticos de todo el ciclo de vida de las tortugas marinas (Lutz & Wineken, 1997), pues de este depende en gran medida la sobrevivencia de futuras generaciones de tortugas marinas (Miller, 1987 En: Rosano & Deloya, 2002); además varía tanto de una especie a otra (Tabla 1 Anexo B) como de acuerdo a las condiciones bajo las cuales se lleve a cabo (i. e. humedad y temperatura, además presencia de lluvias, depredadores, etc.). Siendo los factores ambientales más relevantes de este lapso la temperatura de incubación del sedimento así como la humedad del mismo. \_\_\_\_\_ 109

Durante este proceso, existe un consumo de nutrientes y producción de calor metabólico, por lo cual hay un continuo intercambio de gases y agua con el medio por esta razón es tan necesario conocer y comprender el comportamiento de la humedad y la temperatura durante este período, así como la calidad y tipo de sedimento ya que es a través de este que se lleva a cabo todo el intercambio (i. e. de nutrientes, gaseoso, humedad, etc.) (Márquez, 1996). Este período se comprende de dos fases claramente diferenciadas: la primera abarca desde la postura hasta la eclosión y la segunda desde la eclosión hasta la emergencia del neonato a la superficie (Avendaño et al., 2002). \_\_\_\_\_ 110

7.2.1.1 Temperatura del sedimento: ya que la temperatura del sedimento durante la incubación varía durante el día y en ciclos estacionales, además influye en la sobrevivencia embrionaria y determina tanto el sexo



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

(Determinación Sexual Ambiental o DSA) como el tiempo que durará la misma (Merchant, H. En: Eckert et al., 2000), es necesario llevar un monitoreo continuo de este factor durante todo el proceso (Miller En: Eckert et al. 2000). La Tabla 20 muestra las temperaturas promedio registradas y sus respectivos estadísticos para las nidadas uno, dos y tres (N1, N2, N3) durante mayo-julio (N1, N2 y N3) y para la nidada 4 (N4) durante julio-agosto. \_\_\_\_\_ 110

En esta tabla se puede apreciar que los nidos incubados ya sea en el corral o in situ pero en la playa presentaron temperaturas de incubación más elevadas que las del nido incubado en neveras portátiles pues la temperatura de estas últimas oscilo entre los 27°C en promedio, mientras que N1 y N3 (trasladados a la playa) presentaron temperaturas promedio entre los 29-30°C y N4 (nidada incubada in situ) presentó las mayores temperaturas de incubación (31.857+/-0.303°C) a pesar que durante dicho período se presentaron numerosas y fuertes lluvias lo cual se puede deber a concentración de calor en el sedimento durante las horas en que el sol era fuerte y la posterior nubosidad no permitió escapar eficientemente o a que los registros tomados se realizaron en los períodos durante los cuales la lluvia lo permitió por lo que no se tomaron posiblemente los valores más bajos (Figura 39). Como es evidente, esta tendencia de la influencia de la temperatura en los tiempos de incubación se vio reflejada en los períodos de desarrollo de las diferentes nidadas reportadas (comparando las tres nidadas de tortuga canal), pues en la nidada trasladada a neveras portátiles (N2) este fue mayor al evidenciado por la nidada eclosionada trasladada en la playa (N3) ya que esta eclosionó a los 57 días mientras que los huevos de las incubadoras eclosionaron a los 70 días de incubación, así mismo, es importante mencionar la gran influencia que tiene la humedad del sedimento para el efectivo desarrollo de los huevos y la duración de esta. \_\_\_\_\_ 111

7.2.2 Biometría de neonatos: posteriormente, de cada una de las nidadas eclosionadas se tomaron 10 neonatos al azar (en el caso de N4 se tomaron los 9 individuos que se encontraron al momento de la exhumación) con el fin de realizarles el respectivo procedimiento morfométrico propuesto por Miller En: Eckert et al., 2000 en el cual mediante un calibrador pequeño y teniendo especial cuidado al tomar las mediciones de no deformar el caparazón de las crías (pues este es muy flexible), se toman las medidas relevantes antes; así mismo se reportó y el peso, mientras fue posible (Bolten, En: Eckert et al., 2000). En esta oportunidad solo se logro tomar el peso a una de las nidadas debido a inconvenientes con la balanza (Tabla 23). 119

7.2.3 Liberación de neonatos: una vez los neonatos iniciaron su actividad de eclosión en los nidos se prosiguió a observarlos y si era indispensable se les colaboraba como en el caso de que alguno de los neonatos se estuviera ahogando se recurría a colaborarle un poco de lo contrario se les dejaba que ellos mismos salieran del cascarón y emigraran hacia la superficie. En el caso de las incubadoras portátiles el proceso fue más lento y estas eran retiradas de las incubadoras una vez llegaban a la superficie, aunque lo ideal es que las crías no dependan de la gente para su liberación (Mortimer, En: Eckert et al., 2000). \_\_\_\_\_ 121

7.2.4 Exhumación: como se puede observar en los resultados de la Tabla 19 tres de estos nidos se desarrollaron exitosamente, es decir, con resultado de por lo menos un 20% de avivamiento (N2, N3 y N4)



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

mientras que para el caso de N1 la exhumación se realizó sin tener evidencia ni indicios de actividad de avivamiento de neonatos, por lo que debido a que el tiempo normal de incubación en esta especie es de aproximadamente 60 días y a los 70 días aun no se apreciaba ninguna actividad se decidió cerciorarse de que el desarrollo de los embriones se estaba presentando correctamente, por lo que se prosiguió a realizar la exhumación y al no observar ningún desarrollo pues ni siquiera se detectó evidencia del disco embrionario, la conclusión a la que se llegó fue que N1 era una nidada sin desarrollo aparente (Figura 43).\_\_\_\_\_ 122

### **7.3 ACTIVIDADES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL \_\_\_\_\_ 122**

#### **REGISTROS INCONCLUSOS \_\_\_\_\_ 198**

Humedad del sedimento y pH: de acuerdo al comportamiento de la humedad del sedimento (%H) y pH durante el mes de mayo para las tres primeras nidadas (Cuadro 3 a y b, Anexo G), se aprecia que el pH para N1 no presentó mayores variaciones encontrándose siempre dentro de los rangos correspondientes a un pH neutro y no presentando mayores diferencias entre cada uno de los nidos de la misma (A, B, C, D), con respecto a la humedad del suelo para la misma nidada se aprecia que esta fue muy variada durante el mes y así mismo entre los diferentes nidos encontrándose con valores entre 65% (para el nido C) y 0 %, se evidencia que en promedio los nidos más húmedos durante mayo fueron B y D (20.475+/-1.611 y 21.125+/-1.664 respectivamente) con CV alrededor del 49% para ambos casos, los otros nidos presentaron menores valores de humedad pero así mismo evidenciaron valores de CV muy altos (61,474 para el nido A y 92,407 para B). Por su parte N2 presentó niveles de pH más bajos que N1 (tendiendo hacia la acidez) encontrándose entre 5,729+/-0,061 y 6,122+/-0.067 presentando el menor valor I4 y el mayor I2, con respecto a la humedad del sedimento de esta nidada se observa claramente en los que esta presenta valores de humedad mucho más altos que N1, encontrándose en el rango de 80,000+/-2.561 y 89,129+/-2,254 (I2 e I4 respectivamente) evidenciando la relación que existe entre la alta humedad dentro del medio de incubación con el aumento del período de esta. Finalmente, N3 reportó valores muy similares a los reportados por N1, pues su pH fue neutro (7) y la humedad del suelo estuvo entre 8,548+/-1,015 para el nido F y 12,096+/-1,221 para el E. Infortunadamente no se pudo llevar a cabo un adecuado seguimiento de esta variable puesto que el instrumento utilizado durante la primera etapa de desarrollo (mayo) de N1, N2 y N3 se extravió iniciando el mes de junio, los valores reportados de esta variable durante el mes de mayo se pueden observar en el (Cuadro 3, Anexo G) y fueron tomados de Escobar, 2007; por la misma razón, la humedad no pudo ser registrada en ningún momento para N4, pero durante la exhumación se evidenció que 41 de los huevos presentaban hongos y gusanos lo cual puede ser debido a un exceso de humedad dentro de la cámara de incubación, lo cual sería muy obvio teniendo en cuenta las fuertes y numerosas lluvias presentadas durante algunos días finalizando julio y durante todo el mes de agosto. \_\_\_\_\_ 199

#### **CONCLUSIONES \_\_\_\_\_ 108**

#### **RECOMENDACIONES \_\_\_\_\_ 110**

#### **BIBLIOGRAFÍA \_\_\_\_\_ 112**





## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>Tabla 1.</b> Referencia de las longitudes en las cuales se ubicaron las diferentes estaciones _____   | 3    |
| 2  |      |
| <b>Tabla 2.</b> Escala de clasificación del tamaño de grano según Wentworth, de acuerdo a los rangos de unidades phi y (mm) _____  | 37   |
| <b>Tabla 3.</b> Expresa la clasificación o selección (Desviación Gráfica Inclusiva-DGI) del sedimento de acuerdo a las unidades $\Phi$ _____   | 37   |
| <b>Tabla 4.</b> Estadísticos de las mediciones generales de las condiciones geomorfológicas, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes-PNNT _____    | 38   |
| <b>Tabla 5.</b> Estadísticos obtenidos para el aspecto geomorfológico (inclinaciones y longitudes) en los tres estratos de las diferentes estaciones durante el período comprendido entre junio-septiembre del 2005. Playa Arrecifes, PNNT _____ | 40   |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Tabla 6.** Estadísticos de las mediciones generales del componente edáfico, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes- PNNT \_\_\_\_\_ 50

**Tabla 7.** Estadísticos principales para las variables edáficas (tipo y temperatura del sedimento) registradas para las estaciones y estratos. Playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 51

**Tabla 8.** Expresa los %CV de cada uno de los tamices utilizados en la columna eléctrica (Rota-Tap) para el análisis granulométrico \_\_\_\_\_ 53

**Tabla 9.** Análisis granulométrico por estratos para la playa Arrecifes, PNNT 2005 durante el mes de junio; Mz: phi media; DGI: Desviación gráfica inclusiva; SKI: Asimetría; KG: curtosis gráfica \_\_\_\_\_ 53

**Tabla 10.** Análisis granulométrico por estratos para la playa Arrecifes, PNNT 2005 durante el mes de julio; Mz: phi media; DGI: Desviación gráfica inclusiva; SKI: Asimetría; KG: curtosis gráfica \_\_\_\_\_ 55

**Tabla 11.** Estadísticos del análisis granulométrico por estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4, Estación 5) y estratos (ZV, ZM, ZL) para los meses de junio y julio. Mz: promedio o phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría inclusiva; KG: curtosis gráfica (angulosidad). Playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 58

**Tabla 12.** Test de homogeneidad de varianzas de Bartlett's (B) con el respectivo valor de la prueba, así como su p-Value; Test de Kruskal-Wallis (H) con su valor y su respectivo p-Value con 95% de confiabilidad; para los reportes de la temperatura del sedimento en las diferentes horas: Junio y Julio (1h, 5h, 9h, 13h, 17h, 21h), Septiembre (9h, 13h, 17h, 21h). Playa Arrecifes PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 65

**Tabla 13.** Estadísticos de las mediciones generales del componente oceanometereológico, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes PNNT \_\_\_\_\_ 69

**Tabla 14.** Estadísticos principales obtenidos para las variables cuantitativas correspondientes al Aspecto Oceanometeorológico (humedad ambiente y temperatura ambiente) por estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4, Estación 5) y estratos (ZV, ZM, ZL) durante los meses de junio-septiembre, playa Arrecifes, PNNT-2005 \_\_\_\_\_ 70

**Tabla 15.** Aspectos oceanometeorológicos; **a)** Información detallada de la Energía del mar, Nubosidad y Fases Lunares; **b)** promedios generales de cada factor cualitativo. Temporada de anidamiento (junio-septiembre), 2005 en la playa Arrecifes-PNNT \_\_\_\_\_ 74

**Tabla 16.** Reporte de la cantidad de huevos totales reubicados al vivero adecuado tanto para N1 como para N3; HV: huevos viables; HNV: huevos no viables. \*En el caso de N3 solo se trasladaron 12 de los 41 HNV puestos por la tortuga (6 en E y 6 en F) \_\_\_\_\_ 83

**Tabla 17.** Especifica el contenido de cada una de las incubadora portátiles una vez realizado el traslado a las mismos; HV: huevos viables; HNV: huevos no viables \_\_\_\_\_ 84



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Tabla 18.** Reportes de la actividad de anidamiento de tortugas marinas en la playa Arrecifes especificando la posición geográfica, característica de la huella (nido o caracoleo) y la fecha de arribo de la tortuga, PNNT durante junio-septiembre 2005 \_\_\_\_\_ 91

**Tabla 19.** Nidos reportados para la temporada 2005. **a)** Ref.: referencia del nido; FD: fecha de desove; FE: fecha de eclosión; F Exh: fecha de exhumación TI: tiempo de incubación; PN: profundidad del nido; PH: profundidad a la que se encontró el primer huevo del nido; HV: huevos viables; HI: huevos inviables (sin yema); AH: ancho de la huella; FL: fase lunar; NL: neonatos liberados. \*numero de huevos viables restando los dos que se rompieron. **b)** Información acerca de los nidos trasladados al corral. HSDA: huevos sin desarrollo aparente; HNE: huevos no eclosionados (embriones en estadios tempranos o medios); ETNE: embriones a termino no eclosionados. **c)** información N2 (01/05/2005) trasladado a las neveras de poliuretano \_\_\_\_\_ 92

**Tabla 20.** Temperaturas promedios y sus respectivos estadísticos para las nidadas correspondientes a tortuga canal durante mayo-julio, N1, N2 y N3 (los reportes del mes de mayo fueron reportados y registrados por otro investigador, ver Escobar, 2007); N4 nidada correspondiente a tortuga carey, registro de datos durante julio-septiembre (fecha de exhumación) \_\_\_\_\_ 95

**Tabla 21.** Resultados de los Test estadísticos aplicados; S.W: Shapiro Wilks **a)** Test de normalidad (SW), homogeneidad de varianzas y Kruskal Wallis (H) para la temperatura de incubación entre las diferentes nidadas; **b)** homogeneidad de varianzas y test de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias entre los diferentes métodos de incubación **c)** Entre los diferentes nidos de cada una de las nidadas trasladadas; **c)** estadísticos para los diferentes métodos de incubación \_\_\_\_\_ 97

**Tabla 22.** Contenido de los nidos exhumados con los porcentajes de eclosión y emergencia de estos. CV: cascarones vacíos; HSDA: huevos sin desarrollo aparente; HNE: huevos no eclosionados; ETNE: embriones a término no eclosionados NL: Neonatos liberados; HV: huevos viables; NSD: nidada sin desarrollo. En esta tabla no tienen en cuenta los huevos inviables \_\_\_\_\_ 101

**Tabla 23.** Medidas morfométricas de las 3 nidadas desarrolladas con sus respectivos estadísticos. Promedio, Desvet: desviación estándar, EE: error estándar, CV: coeficiente de variación \_\_\_\_\_ 104

**Tabla 24.** Valores p arrojados por el programa statgraphics plus para el test de homogeneidad de varianzas y la prueba t student \_\_\_\_\_ 105



## LISTA DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Figura 1.</b> Mapa del Parque Nacional Natural Tayrona, Santa Marta_____   | 27   |
| <b>Figura 2.</b> Sector Arrecifes; esta figura muestra las playas pertenecientes a este sector, de derecha a izquierda se aprecia: Gumarra, Arrecifes, Arenilla o Arena Amarilla, La Piscina, El Cabo San Juan de Guía, El Medio y Boca del Saco al extremo izquierdo_____  | 29   |
| <b>Figura 3.</b> Mapa de la Playa Arrecifes, PNNT. En este mapa se puede observar la ubicación de cada una de las cinco estaciones establecidas, así como del “corral” (en morado) donde fueron trasladadas las nidadas dentro de la misma playa y también la localización del único nido desarrollado <i>in situ</i> (anaranjado)_____ | 30   |
| <b>Figura 4. a)</b> En esta figura se observa la madrevieja encontrada en la playa Arrecifes del PNNT y a su vez se observa la ubicación de E3; <b>b)</b> Madrevieja en época de lluvia, se observa con mucho más flujo de agua_____  | 31   |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Figura 5.** Esquematzación de los estratos (Zona de Vegetación: ZV: Zona Media: ZM y Zona de Lavado: ZL) en las estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) de la playa Arrecifes, Sector Arrecifes, PNNT \_\_\_\_\_ 33

**Figura 6.** Esquema de perfiles topográficos con datos de inclinaciones y largos de los estratos en una de las mediciones de la playa La Gumarra, Sector Arrecifes, PNNT, temporada 2004 \_\_\_\_\_ 34

**Figura 7.** Columna de tamiz, Rota-Tap utilizada para el procedimiento granulométrico de las muestras recolectadas en la playa Arrecifes PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 35

**Figura 8.** Esquematzación de las diferentes clases de clasificación o selección posibles \_\_\_\_\_ 38

**Figura 9.** Longitudes promedio de cada una de las estaciones y sus respectivos estratos a lo largo del período de muestreo en la playa Arrecifes 2005. ZV: zona de vegetación; ZM: zona media; ZL: zona de lavado, y sus respectivos EE \_\_\_\_\_ 39

**Figura 10.** Comportamiento (cambios de longitud en m) de cada uno de los estratos de las cinco estaciones durante el período de estudio. a) junio, b) para julio, c) agosto, d) septiembre; playa Arrecifes, PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 41

**Figura 11.** Descripción de la dinámica de la Playa Arrecifes durante la temporada 2005 para la estación 2 (E2), Playa Arrecifes-PNNT. \_\_\_\_\_ 44

**Figura 12.** Sitios de anidación de las tortugas marinas en la playa, según la conducta de las diferentes especie. Ca: *Chelonia mydas agassizi*, Cm: *Chelonia mydas*, Cc: *Caretta caretta*; Ei: *Eretmochelys imbricata*; Lk: *Lepidochelys kempii*, Lo: *Lepidochelys olivacea*, Dc: *Dermochelys coriacea* \_\_\_\_\_ 48

**Figura 13.** Distribución general del tamaño del grano del sedimento de la playa Arrecifes, indicando el % predominante para dicha playa para el presente estudio, donde el eje X representa los diámetros de cada tamiz (mm) y el eje Y el porcentaje presentado en cada uno de los respectivos tamices \_\_\_\_\_ 52

**Figura 14.** Análisis granulométrico por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media; ZL: Zona de Lavado) durante el mes de Junio 2005, Playa Arrecifes, PNNT. Estadísticos descriptivos: Mz: phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría gráfica inclusiva; KG: curtosis \_\_\_\_\_ gráfica (angulosidad) \_\_\_\_\_ 54

**Figura 15.** Análisis granulométrico por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media; ZL: Zona de Lavado) durante el mes de Junio 2005, Playa Arrecifes, PNNT. Estadísticos descriptivos: Mz: phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría gráfica inclusiva; KG: curtosis \_\_\_\_\_ gráfica (angulosidad) \_\_\_\_\_ 56



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

- Figura 16.** Diámetro promedio del sedimento en unidades  $\Phi$  para cada uno de los estratos de las cinco estaciones muestreadas \_\_\_\_\_ 57
- Figura 17.** Comportamiento de la clasificación (desviación gráfica inclusiva) para cada estación y sus respectivos estratos durante los meses de junio y julio (y dos estaciones del mes de agosto) en la playa Arrecifes, PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 60
- Figura 18.** Curtosis gráfica inclusiva, para las cinco estaciones durante los meses de junio y julio, el mes de agosto solo presenta reportes para E2 y E4 \_\_\_\_\_ 60
- Figura 19.** Asimetría gráfica inclusiva para las cinco estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) y sus respectivos estratos (ZV, ZM, ZL) para los meses de junio y julio, playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 61
- Figura 20.** Comportamiento de la temperatura promedio del sedimento durante el período de muestreo (junio-septiembre, 2005) por estratos y estaciones \_\_\_\_\_ 62
- Figura 21.** Comportamiento de la temperatura del sedimento para las diferentes horas registradas durante los meses de junio, julio y septiembre y para los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL) \_\_\_\_\_ 64
- Figura 22.** Esta figura muestra los grupos de horas semejantes entre si para la temperatura del sedimento en el mes de junio. **a)** estrato de vegetación (ZV); **b)** estrato medio (ZM); **c)** estrato de lavado (ZL) durante el mes de junio, playa Arrecifes-PNNT, 2005. Se aprecian tres claras tendencias \_\_\_\_\_ 66
- Figura 23.** Grupos de horas semejantes entre si para la temperatura del sedimento en el mes de julio. **a)** estrato de vegetación (ZV); **b)** estrato medio (ZM); **c)** estrato de lavado (ZL) durante el mes de junio, playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 67
- Figura 24.** Grupos de horas semejantes entre si para la temperatura del sedimento en el mes de septiembre. **a)** estrato de vegetación (ZV); **b)** estrato medio (ZM); **c)** estrato de lavado (ZL) durante el mes de junio, playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 68
- Figura 25.** Temperatura ambiente promedio durante el periodo de junio-septiembre del 2005 en la playa Arrecifes PNNT \_\_\_\_\_ 71
- Figura 26.** Comportamiento de la temperatura ambiente para las diferentes horas registradas durante los meses de junio, julio y septiembre y para los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 72
- Figura 27.** Se observa el % promedio de Humedad Relativa a lo largo del período de muestreo en la playa Arrecifes, 2005 en las diferentes estaciones y estratos \_\_\_\_\_ 73
- Figura 28.** **a)** vista satelital de la tormenta tropical Arlene durante el año 2005; **b)** trayectoria de la tormenta tropical Arlene en el océano atlántico, 2005 \_\_\_\_\_ 76
- Figura 29.** Algunas imágenes de la flora y fauna característica de la playa Arrecifes-PNNT, 2005 \_\_\_\_\_ 79



- Figura 30.** Momento en el que se realiza la extracción de los huevos de su nido original con el fin de localizarlos en un sector menos expuesto \_\_\_\_\_ 81
- Figura 31.** Esquema general de la forma que presentan los nidos de tortuga marina. **A)** durante el proceso de incubación; **B)** crías rompiendo y saliendo del cascarón (obsérveze el hundimiento en la boca del nido); **C)** crías iniciando la emergencia del nido; **D)** emergencia del nido \_\_\_\_\_ 82
- Figura 32.** **a)** nidada N1 trasladada al corral en la playa, antes de ser cercado y del traslado de N3; **b)** Incubadoras en las cuales fueron trasladados los huevos de la nidada N2, denotados de derecha a izquierda: I1, I2, I3, I4 cada incubadora presenta capas de arena entre las cuales se ubicaron los huevos \_\_\_\_\_ 84
- Figura 33.** Momento de eclosión de uno de los nidos del vivero (N3), obsérveze algunos neonatos aún dentro del cascarón \_\_\_\_\_ 86
- Figura 34.** Cilindros de malla utilizados para la emergencia de los Neonatos en el PNNT durante la temporada 2005 \_\_\_\_\_ 86
- Figura 35.** Toma de las medidas morfométricas a los neonatos de las diferentes nidadas eclosionadas. **a)** neonato de *D. coriacea* ; **b y c)** neonatos de *E. imbricata* \_\_\_\_\_ 88
- Figura 36.** Momento de la liberación de uno de los nueve neonatos encontrados en N4 al realizar la exhumación \_\_\_\_\_ 89
- Figura 37.** **a y b)** Exhumación de N1, nidada que al ser exhumada a los 70 días d incubación se determino que no presentaba ningún tipo de desarrollo; **c)** exhumación de N4, nidada perteneciente a *E. imbricata*, nótese el avanzado estado de desarrollo que alcanzaron la mayoría de los embriones \_\_\_\_\_ 89
- Figura 38.** Esta figura muestra uno de los huevos extraídos de N1 después de 72 días de incubación, nótese que no se observa ningún embrión, mancha de sangre o alguna evidencia de desarrollo embrionario así sea muy temprano \_\_\_\_\_ 93
- Figura 39.** Temperaturas de incubación promedio para las cuatro nidadas registradas, de tortuga canal (N1, N2 y N3) con sus respectivas desviaciones estándar y una de tortuga carey (N4) \_\_\_\_\_ 96
- Figura 40.** Grupos de nidadas semejantes con respecto a su temperatura de incubación, nótese que N2 es la que mas difiere entre las cuatro \_\_\_\_\_ 99
- Figura 41.** Esta figura muestra uno de los huevos de N4 encontrados al realizar la exhumación, nótese el avanzado estado de desarrollo que presenta el embrión y la evidencia de hongos que se presenta en el cascarón (sección izquierda superior del mismo) \_\_\_\_\_ 102



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Figura 42. a)** Liberación de uno de los nueve neonatos de tortuga carey encontrados en el momento de la exhumación; **b)** Liberación de una de las nidadas perteneciente a tortuga canal, el neonato camina a lo largo de la zona media hasta que logra llegar al mar\_\_\_\_\_106

**Figura 43.** Exhumación de la nidada reportada como nidada sin desarrollo aparente: N1, obsérvese que ninguno de los huevos presenta ningún signo de desarrollo\_\_\_\_\_106

## LISTA DE ANEXOS

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>ANEXO A.</b> Evolución, Filogénia y Taxonomía de las Tortugas Marinas _____   | 119  |
| <b>ANEXO B.</b> Biología, Ciclo de Vida, Aspectos Reproductivos, Morfología, Morfometría General y Amenazas Naturales y Antrópicas que Enfrentan las Tortugas Marinas_____ | 122  |
| <b>ANEXO C.</b> Morfollogía de las Cuatro Especies Arribantes al PNNT_____   | 131  |
| <b>ANEXO D.</b> Cuadros Estadísticos de los Factores Ambientales_____  | 136  |
| <b>ANEXO E.</b> Perfiles_____  | 153  |
| <b>ANEXO F.</b> Fases Lunares_____   | 166  |





## RESUMEN

Se valoró la temporada de anidamiento de tortugas marinas en la playa principal del sector Arrecifes, Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) durante los meses de junio-septiembre de 2005; para esto se realizó la caracterización de las condiciones medioambientales y geomorfológicas particulares de misma, también se efectuaron monitoreos nocturnos durante todas las noches de la temporada y se evaluó la eficiencia de diferentes sistemas de incubación: reubicación (corral o vivero e incubadoras portátiles) y natural (*in situ*) en las cuatro nidadas registradas (tres de la especie *Derموchelys coriacea* –todas reubicadas- y una de *Eretmochelys imbricata* –desarrollo *in situ*-) demostrándose que las desarrolladas en la playa presentaron superiores porcentajes de eclosión a las incubadas en métodos artificiales (neveras o incubadoras portátiles), exhibiendo el mayor porcentaje de eclosión (%EEc) N3 –nidada trasladada al corral o vivero- (%EEC= 75%), seguida por N2 –trasladada a las incubadoras portátiles- (%EEc= 34,8%) y por último N4 desarrollada *in situ* con %EEc= 22,8%, N1 también trasladada al corral no presentó desarrollo aparente en ninguno de sus huevos; respecto a las temperaturas promedio de incubación las mayores fueron documentadas en N4 y las menores en N2. La sectorización de las diferentes estaciones y estratos o zonas se llevó a cabo de acuerdo a lo establecido por Jáuregui 2000; se determinó así, que esta es una playa muy dinámica con



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

variaciones en sus perfiles y pendientes en cortos lapsos de tiempo, presentándose los mayores cambios en la zona media y de lavado (ZM y ZL, respectivamente) y exhibiéndose las mayores extensiones de playa hacia el costado Este, sector en el que se localizaron la mayoría de emergencias (con o sin nidadas efectivas) de la especie *D. coriacea*; respecto a la temperatura ambiente y del sedimento, la primera oscilo entre 32,05-34,50°C con los mayores registros durante el mes de julio y los menores en agosto, mientras que la segunda fluctuó entre un rango más amplio 27,7-33,9°C (presentándose en ambos casos los mayores valores en ZM y los menores en ZL); en cuanto al tipo de sedimento fue notorio que no se presentaron mayores variaciones del tipo de grano entre horas, días ni meses siendo en su mayoría designado como arenas finas bien clasificadas con algunas pocas excepciones en las que se expreso como arena media.

### ABSTRACT

The nesting sea turtles temporate was assessed between june-september 2005 in the main beach of the Arrecifes sector (Parque Nacional Natural Tayrona). The environmental and geomorphologic condition was characterized; also was made night monitoring around the beach loocking females turtles nest, and with the four nest found the efficiency of differents incubation systems like reubication nest (pens and portable incubative) and natural incubation (*in situ*) was evaluated figuring out that the most effective was the pens incubation nest (N3) with percent hatching (%EEc) of 75%, followed by the nest incubate on portable incubative (N2) (%EEc= 34,8%) and finally, the nest incubate *in situ* (N4) with %EEc= 22,8%; N1 also translate at pens did not show any development, the high average incubations temperature showed in N4 and the lows in N2.

**Palabras clave:** tortugas marinas, incubación, reubicación, desarrollo *in situ*, corral, nidada, nido, éxito de eclosión, éxito de emergencia, neonatos, caracoleo, anidamiento.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las tortugas tienen una larga historia de vida debido a su antigüedad, estas aparecieron por primera vez en el Mesozoico temprano y para los siguientes 100 millones de años durante el período en el cual dominaron los dinosaurios tuvieron que compartir el mar con una alta diversidad de reptiles marinos (Lutz, 1997). Para finales de la era Cretácica, los ictiosauros y plesiosauros que habían habitado el mar se extinguieron, pero las tortugas asombrosamente lograron sobrevivir e incluso algunas especies prosperaron hasta nuestros días encontrándose representadas por dos familias (Dermochelidae y Chelonidae) de la primera la única representante viviente es *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) conocida entre otros como tortuga canal o laúd, mientras que la segunda



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

familia presenta cinco géneros: *Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys* y *Natator*. Cada una de las especies se encuentran referidas en el Anexo A.

Actualmente el número de las poblaciones existentes a nivel mundial se ha reducido drásticamente, a tal punto que las ocho especies (incluida la tortuga prieta o verde del pacífico *Chelonia agassizii*) se encuentran en amenaza o en peligro de extinción (la situación de las cuatro especies que arriban al Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) presenta las mismas condiciones), llegando a figurar en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (i.e *Dermochelys coriacea* y *Eretmochelys imbricata* están catalogadas en peligro crítico de extinción (CR) , mientras que *Chelonia mydas* y *Caretta caretta* en peligro de extinción (EN)) (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2002); así mismo están incluidas en los apéndices I y II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CEM) y en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna amenazada (CITES) (Horrocks En: Córdoba, 1997). Unos de los principales atributos biológicos de las tortugas marinas que las hace tan vulnerables naturalmente son: su lento crecimiento, madurez tardía y las altas tasas de mortalidad a las que son sometidas durante las primeras etapas del ciclo de vida (Eckert & Abreu, 2001). Estos organismos enfrentan numerosas amenazas tanto naturales como antrópicas, directas e indirectas a lo largo de su vida (Ver Anexo B).

Como es sabido, la desaparición total de cualquier especie u eslabón trófico desencadena efectos negativos masivos sobre las comunidades ecológicas y los ecosistemas marinos en general (Araúz & Quesada, 2006) desequilibrándolo completamente (i.e mareas rojas y brotes de enfermedades en ecosistemas marinos) (Chacón & Araúz, 2001), estos organismos no son la excepción ya que son componentes singulares de sistemas ecológicos complejos y contribuyen en la estabilización de áreas costeras (Frazier En: Eckert *et al.*, 2000). Colaboran además en el transporte de nutrientes con el ambiente pelágico, jugando a su vez un papel muy importante en la cadena trófica marina, ya que algunas especies son consumidores primarios, mientras que otras se encuentran en niveles tróficos superiores, por lo cual controlan poblaciones de invertebrados marinos incluyendo las medusas, las cuales a su vez lo hacen sobre poblaciones de larvas de peces; así mismo estos organismos son fuente de alimento de depredadores superiores de la cúspide de la cadena



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

alimenticia (Chacón & Araúz, 2001). Es por esta razón que se hace fundamental la creación e implementación de metodologías y proyectos enfocados a la protección, mantenimiento e incremento de las actuales poblaciones de tortugas marinas así como de sus hábitats de desarrollo; así mismo se hace necesario realizar trabajos con la comunidad con el fin de brindar conocimiento acerca de la importancia de dichas especies, y promover programas que logren generar una conciencia conservacionista en las futuras generaciones, haciendo énfasis en las especies locales consideradas en alto riesgo de desaparecer. Una herramienta indispensable para la restauración y conservación de las especies marinas es la creación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) (Arauz & Quesada, 2006), ya que estas proporcionan refugio para poblaciones marinas que hallan sufrido sobreexplotación permitiendo su recuperación y así mismo la regeneración de los hábitats modificados por acciones antrópicas como la pesca (Gell and Roberts, 2003 En: Arauz & Quesada, 2006).

Indudablemente las acciones antrópicas son una de las principales responsables del decrecimiento de las poblaciones de tortugas marinas tal como se ha especificado, el impacto en los hábitats en los que se llevan a cabo las actividades de reproducción (i.e playas y zonas costeras); desarrollo o corredores biológicos (i.e mar abierto) y alimentación (i.e pastos marinos, arrecifes coralinos, zonas neríticas y oceánicas) se traduce en la disminución y deterioro de las mismas.

En los últimos años se ha evidenciado por los residentes del PNNT y pescadores locales población de pescadores locales una reducción notable en el número de hembras anidantes, generado posiblemente por el efecto de varios factores como la intensificación de la iluminación artificial de algunas de las playas debido al incremento del turismo, el hurto indiscriminado de algunas de las nidadas en zonas de poca vigilancia, sumado a factores naturales como la erosión de las playas durante el período de incubación, la alta dinámica oceanográfica que deja al descubierto muchos de los nidos, la invasión de vegetación rastrera y depredación (i. e perros, cangrejos, felinos domésticos). Por estas razones se recomienda adoptar medidas tales como la reubicación cuando estas nidadas se encuentren localizadas en lugares considerados riesgosos, a sectores que brinden protección y que puedan presentar un diseño y adecuación especial como aquellos denominados viveros o corrales que se ubican dentro de la misma playa (Boulon, 2000 En: Eckert *et al.*, 2000); otro método empleado para proteger nidadas y además para controlar sus condiciones de



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

incubación (i.e. temperatura y humedad del sedimento) consiste en la utilización de neveras de poliuretano, en las cuales se depositan los huevos mientras culminan su proceso de desarrollo, esta técnica ha proporcionado resultados significativos como los referidos en De Luque *et al.*, 2003 y UJTL-Mundo Marino (2007).

Debido a la poca información disponible actualmente sobre el estado de conservación de las diferentes especies que arriban al PNNT, el grupo de Conservación de tortugas marinas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL)- Sede Santa Marta ha venido adelantando una serie de investigaciones y seguimientos a lo largo de los últimos nueve años, cubriéndose hasta el momento tan solo una pequeña porción del total de las playas óptimas para los eventos de reproducción.

Uno de los primeros trabajos realizados bajo este lineamiento fue el de Rincón *et al.*, (2001) en el cual se llevó a cabo una caracterización estructural de los puntos focales de anidamiento en el sector de Arrecifes PNNT; se refiere información general como la medición de la longitud total, ancho máximo e inclinación promedio de la playa y componente edáfico con el fin de determinar factores fisicoquímicos del sedimento (pH, T°, %HR.), así mismo, se obtuvieron datos acerca de la actividad de anidamiento de la respectiva temporada. En el año 2002 Arias *et al.* continuaron el seguimiento a las playas del mismo sector (Gumarra, Cabo, Medio y Boca del Saco), en este estudio se determinó que en dichas playas se presentan diferencias anuales y estacionales con respecto a la disposición del grano de arena más no en su composición ya que la textura de esta sigue siendo en general la misma. Por su parte, en el 2003 De Luque *et al.* complementaron el seguimiento de las playas del sector de Arrecifes antes mencionadas, implementando el análisis de la eficiencia de diferentes sistemas de incubación artificial (incubadora portátil, neveras eléctricas ubicadas en Mundo Marino y corrales localizados en la playa Don Diego) para huevos de la especie *Caretta caretta* reportándose la mayor eficiencia para el método de incubadoras portátiles con porcentajes de eclosión de 70 y 100%. Posteriormente Ospina y De Luque (2006) realizaron el seguimiento de la temporada de anidamiento del año 2004 para las playas La Gumarra y San Felipe reportando un total de 12 eventos; en los que la tortuga canal tuvo una ocurrencia superior al 50% (9 reportes) seguida por la tortuga caguama (2 reportes) y por último la tortuga carey (1 reporte); de estos, 10 correspondieron a anidamientos y dos a actividad de caracoleo, que se presenta cuando la tortuga arriba a la playa y



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

posteriormente la abandona sin depositar huevos en la misma. En el 2006 Moreno-Munar presentó un análisis y compilación de la información sobre arribamiento de tortugas marinas en el sector Este del PNNT entre los años 1999 y 2003, construyendo una base de datos para interpretar algunos aspectos del proceso de anidamiento (e.g actividad reproductiva, especies anidantes, características principales de los nidos, éxitos de eclosión y emergencia de neonatos); información que fue complementada con algunos registros medioambientales y amenazas potenciales a nidos con el fin de identificarlas para evitar sus efectos y consecuencias en futuras temporadas. Escobar (2007) presentó el seguimiento de la temporada del 2005 en las playas La Gumarra y San Felipe reportando tan solo tres nidos, en contraste con lo registrado en el año anterior, adicionalmente cabe resaltar que ninguna de estas nidadas presentó éxito de eclosión ya que la mayoría de sus embriones detuvieron su desarrollo en estadios tempranos. Simultáneamente Borrero, 2007 expuso los resultados de su seguimiento en la playa principal de Cañaveral, denotando una alta actividad con un total de 21 eventos de los cuales nueve correspondieron a nidadas efectivas. En el mismo año (2005) Duarte realizó la caracterización y monitoreo de la playa Castilletes en la cual se determinó que esta playa tiene una longitud total de 1700 m, así mismo reporta un total de 8 eventos de los cuales 3 correspondieron a nidadas las cuales fueron saqueadas debido a la falta de presencia en el sector (documento en proceso). Durante el año 2006 González realizó la caracterización de la playa Cañaveral para el período posterior a la actividad reproductiva de tortugas marinas del año 2005, comparando sus resultados con las características y condiciones imperantes durante la temporada de anidamiento del mismo año.

En otras regiones del país, también se han venido realizando investigaciones que contribuyen a la conservación de estos individuos entre las que se destaca el documento realizado en el año de 1992 por el INDERENA que consta de cuatro artículos que exponen la situación de estos quelonios a nivel regional (golfo de Urabá, Acandí y la Playona). En el primer artículo Rueda *et al.* (1992), hacen un seguimiento y una evaluación a la especie *D. coriacea* a través del golfo de Urabá, La Playona y Acandí; las tortugas observadas fueron marcadas con dos marcas grandes de acero Monel (código 49); del total de tortugas interceptadas el 74,5% fueron marcadas durante la excavación del nido o el desove y el 24,5% en una fase diferente con un total de 129 hembras marcadas; el comportamiento de ovoposición fue claramente observado. Así mismo se llevo un registro temporal desde el



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

momento en que la hembra arriba a tierra hasta el momento en que esta regresa al mar después del desove indicándose un promedio de permanencia en tierra de 101,7 min. de la misma manera se indica que para el sector la temporada de anidamiento de esta especie dura aproximadamente 4 meses que van desde finales de febrero hasta principios de julio, presentándose un pico de máxima actividad durante los meses de abril y mayo momento en el cual es posible observar una densidad aproximada de 6,2 tortugas/km/noche, mientras que el resto de la temporada se observan un promedio de 1,3 tortugas/km/noche., demostrándose que Acandí y La Playona son las playas que concentran la población más grande de *D. coriacea* conocida para el Caribe colombiano; a su vez se evidencia que la población de tortugas canal del sector en general tiene dimensiones más pequeñas que otras poblaciones registradas para el Caribe, pero más grandes que las correspondientes al Pacífico presentando un tamaño intermedio. Con respecto al potencial reproductivo del área, se obtuvo que el número promedio de huevos por nido es de 81,87% normales y 29,17% estériles, con diámetro de 53 mm en promedio; respecto al éxito de eclosión de las nidadas incubadas en la playa este fue del 44,4% y la tasa de fertilidad estimada para la población fue del 66,3%. Por otro lado en este libro del INDERENA se incluye también una breve visión de la situación de las tortugas marinas en la península de la Guajira, en este se determina que una de las principales causas de captura de tortugas se debe a la fabricación por parte de los propios indígenas de la región de redes que son tejidas en fibra de cáñamo o en nylon monofilamento y que por lo general poseen una longitud de 90 cm., 6m de ancho y un ojo de malla de 10-12 pulgadas; la captura de tortugas se realiza durante todo el año y son capturados individuos de las cuatro especies de tortugas presentes en el territorio nacional.

En 1997, Córdoba y López, realizaron un seguimiento en el área de San Andrés, Providencia y Santa Catalina con el fin de evaluar la situación de las tortugas marinas en el sector, este estudio demostró con un criterio fundamentado en características geomorfológicas (i.e pendiente de la playa, composición del sustrato, longitud del estrato medio, entre otras) que los cayos e islas investigadas presentan 46 playas aptas para la anidación de estos organismos con un perímetro de 14538,4m y 10 playas no aptas para dicha actividad con 3503,7m. Se encontró que en esta región arriban individuos de las especies *C. caretta*, *E. imbricata* y *C. mydas*; también se han tenido reportes de la tortuga Mc Queggie que al parecer es un híbrido entre las dos últimas especies (Musick, J. A. 2003)



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de las condiciones geomorfológicas (i.e longitudes de los estratos de la playa; pendientes, granulometría) y medioambientales de la playa Arrecifes, PNNT y aportar información relacionada con la actividad reproductiva de las tortugas marinas presentes en la misma con el fin de identificar las principales amenazas que estos organismos encuentran durante su proceso de anidamiento y durante el desarrollo de sus nidadas para que en un futuro próximo estos se vean corregidos. Debido a la grave situación que enfrentan las especies de tortugas marinas a nivel nacional y también a nivel mundial se hace necesario realizar investigaciones que aporten información respecto al comportamiento y características de los diferentes períodos de desarrollo de estos individuos. Uno de los aspectos más estudiados y críticos es la fase de reproducción, anidación e incubación ya que durante estos los individuos (tanto hembras adultas como huevos y crías) son muy susceptibles a los cambios ambientales y también a las acciones directas del hombre; es por esta razón que el monitoreo y continuo seguimiento de dichos aspectos y de las playas de anidación son fundamentales para lograr implementar medidas que ayuden a mantener e incrementar las poblaciones arribantes en las diferentes playas, pues de esta manera se logran identificar las principales problemáticas encontradas que afectan el óptimo desarrollo de estos vitales procesos, así como las condiciones medioambientales regentes de las mismas para así tomar decisiones acertadas respecto al manejo de nidadas en riesgo

Se llevó a cabo la caracterización de la playa Arrecifes para efectos de anidación, número de eventos observados o percibidos (huellas totales registradas), cantidad de nidos y desarrollo de los mismos, éxito de eclosión y emergencia, entre otros aspectos. También, durante este período, se realizó el seguimiento de las playas Castilletes (Duarte, UJTL en prep.), Cañaveral (Borrero, UJTL) y la Gumarra (Escobar, Pontificia Universidad Javeriana) lo cual permite analizar de forma comparativa y detallada las actividades de anidamiento de tortugas marinas en el año 2005 en los sectores de Cañaveral y Arrecifes.

Finalmente, esta investigación se efectuó dentro del marco de requisitos para obtener el título de Biólogo Marino de la UJTL en coordinación con funcionarios de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales- División Territorial Caribe (UAESPNN-DTCA).





## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

La temática abordada se organizó en capítulos para facilitar su presentación en el texto; de esta manera se incluyeron en cada componente los procedimientos metodológicos efectuados, los resultados y discusión obtenida; la fase metodológica de la presente investigación se realizó bajo dos fases principales, una llamada de campo en la cual se plasmó la caracterización de la playa como tal (toma de datos de los aspectos geomorfológicos, oceanometereológicos y edáficos) así como el monitoreo de la temporada reproductiva (anidamiento) de hembras durante el período correspondido entre junio-septiembre del año 2005; y otra conocida como fase de gabinete en la cual se efectuó el análisis de laboratorio pertinente (granulometría o análisis de sedimento), así como la realización y modelación de los respectivos perfiles y el correspondiente manejo y análisis de datos

## **2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Caracterizar medioambientalmente la playa principal del sector Arrecifes- PNNT y llevar a cabo el seguimiento de la actividad de anidación de junio a septiembre de 2005, teniendo en cuenta algunos aspectos geomorfológicos, edáficos y oceanometereológicos y su posible influencia en algunos de los eventos reproductivos evidenciados durante la temporada. Así mismo, se busca evaluar la eficiencia de algunas de las medidas de manejo implementadas para el proceso de incubación con el fin de determinar cuál o cuáles son las medidas más efectivas para adoptar en playas con características similares a las encontradas en la presente investigación.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

- Determinar dentro de las condiciones medioambientales la dinámica de algunos de los aspectos geomorfológicos (estratificación-zonas y perfiles topográficos-pendiente), edáficos (tipo de grano y temperatura del sustrato) y oceanometereológicos (energía del mar, nubosidad, temperatura y humedad ambiente y fases lunares) durante los meses de Junio a Septiembre de 2005.
- Estimar la actividad de anidamiento de tortugas marinas durante la correspondiente temporada, teniendo en cuenta las especies arribantes, huellas y/o caracoleos, número de nidadas, porcentajes de eclosión y emergencia registrados en la playa.
- Evaluar la eficiencia de dos sistemas de incubación semicontrolados (corral, *in situ* e incubadoras portátiles) como alternativa para la protección de nidadas en riesgo.

## **4 HIPÓTESIS**

- La playa de Arrecifes presenta condiciones geomorfológicas a nivel de suaves pendientes y oceanometereológicas como una energía del mar adecuada y alta nubosidad que favorecen la actividad de anidación de tortugas marinas en esta playa.
- A diferencia de otras playas del Sector (i. e La Gumarra), Arrecifes presenta un mayor predominio de arenas finas que medias a lo largo de todo el estudio.
- Obtener tanto en el corral como en las incubadoras portátiles, éxitos de eclosión y emergencia superiores a los reportados por nidadas ubicadas en lugares de medio o alto riesgo que no reubicadas
- En las noches de cambios de luna (Nueva), alta nubosidad (superior a 6/8) y/o lluvias esporádicas se registran el mayor número de eventos de anidación.



## 5 ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA (PNNT)

En el año 1969 a través de la Resolución No 191 del Instituto Colombiano para la reforma agraria (INCORA) se denominó como Parque Nacional Natural un área tanto terrestre como marina localizada en el litoral del Caribe Colombiano con el fin de garantizar la reserva y conservación de los ecosistemas presentes; esta resolución fue modificada por el acuerdo 04 de 1969 y aprobada por la Resolución 292 delINDERENA del mismo año (<http://www.minambiente.gov.co/biogeocol/parques/parquesnacionales/descripcionparques.htm>, 2008). Dicha área se encuentra más específicamente al Norte del departamento del Magdalena a 34 Km de Santa Marta vía Riohacha; entre las coordenadas geográficas extremas 11° 21'00" - 11° 15'33" N y 73° 54'06" - 74° 12'33" W de acuerdo con IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975) (Moreno, 2006). Incluye el área abarcada desde Punta Venado en Taganga (Oeste) hasta la desembocadura del Río Piedras (Este); cuenta con una extensión total de 15000 ha que comprenden alturas desde los 0-900m sobre el nivel del mar; 12000 ha. de estas son terrestres y es posible encontrar desde cactus hasta grandes árboles, es de anotar que la zona costera de este Parque presenta la vegetación marina más rica de todo el Caribe colombiano con 31 tipos diferentes de vegetación. Las restantes y 3000 ha corresponden a ecosistemas marino-costeros, dentro de los cuales se destacan formaciones coralinas, las praderas de pastos marinos, las playas, el litoral rocoso, los manglares, las praderas de algas, los fondos arenosos, las lagunas y madre viejas (<http://www.parquesnacionales.gov.co/pnn/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.02021703>, 2007) (Figura 1).



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

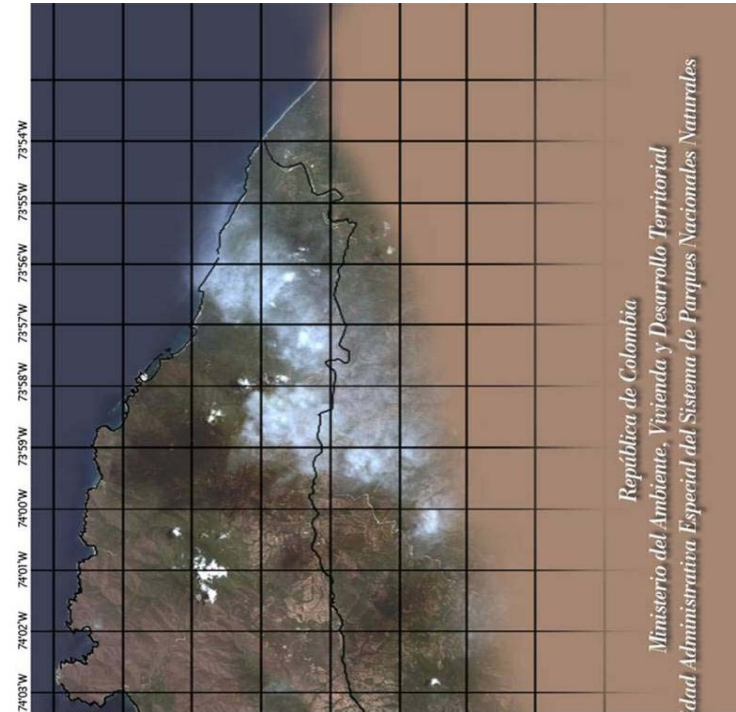


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Natural Tayrona, Santa Marta. Tomado: SIG UAESPNN, 2006, En Moreno-Munar, 2006



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

Esta región del Caribe se encuentra influenciada por los vientos alisios del nororiente que soplan con fuerza durante los meses de Diciembre a Abril, presentándose escasez de lluvia y un ambiente muy seco (temporada seca o de verano); mientras que desde finales de agosto hasta noviembre pierden fuerza presentando incremento de lluvias (temporada lluviosa). También es posible detectar un período de transición conocido como “Veranillo de San Juan” el cual se genera como producto de las interacciones periódicas de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Moreno, 2006). En general este Parque se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 25-30°C con un clima templado-cálido (Almanza *et al.*, 2002).

Los ecosistemas presentes son muy variados e incluyen bosque seco tropical, formaciones xerofíticas y subxerofíticas, humedales, manglares, fondos sedimentarios, litorales rocosos, playas arenosas, praderas de pastos marinos y arrecifes de coral. Esta amplia variedad de hábitats permite a su vez una gran variedad en cuanto a la fauna, es así como, este parque cuenta con 100 especies de mamíferos, entre los que sobresalen el tigrillo, el venado, la ardilla, el conocido zorro perro entre otros; además de aves como el cóndor, el águila solitaria y el águila blanca y gran variedad de insectos reptiles y anfibios. También existen vestigios de asentamientos Tayrona (<http://www.parquesnacionales.gov.co/Sistemas/gpvGuias/pdf/Tayrona.pdf>, 2006 ).

## **5.2 SECTOR ARRECIFES**

Este sector se encuentra hacia la parte oriental del PNNT que se caracteriza por presentar numerosas y extensas playas de arena con abundantes formaciones rocosas (Moreno, 2006); esta ubicado al occidente del sector Cañaveral. Comprende ocho playas las cuales son Oriente a Occidente: San Felipe, La Gumarra, Arrecifes, Arenilla, La Piscina, el Cabo San Juan de Guía, El Medio y Boca del Saco respectivamente (Figura 2) siendo la más representativa la que lleva su mismo nombre.



**Figura 2.** Sector Arrecifes; esta figura muestra las playas pertenecientes a este sector, de derecha a izquierda se aprecia: Gumarra, Arrecifes, Arenilla o Arena Amarilla, La Piscina, El Cabo San Juan de Guía, El Medio y Boca del Saco al extremo izquierdo. **Tomado:** Goole earth, 26-Junio, 2008; 10:13 a.m.

### 5.2.1 Playa arrecifes

Esta investigación se llevó a cabo en la playa Arrecifes la cual es la principal del sector y se encuentra limitada entre las coordenadas extremas: 11° 19'199" N – 73° 57'201" WO y 11° 19'199" N – 73° 57'201" WO de acuerdo con el Sistema de Información geográfica (SIG-UAESPNN), presenta una longitud de 1100 m de extremo a extremo (Figura 3), encontrándose influenciada por los vientos alisios del norte durante los primeros meses del año.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



**Figura 3.** Mapa de la Playa Arrecifes, PNNT. En este mapa se puede observar la ubicación de cada una de las cinco estaciones establecidas, así como del “corral” (en morado) donde fueron trasladadas las nidadas dentro de la misma playa y también la localización del único nido desarrollado *in situ* (anaranjado). **Tomado:** Google earth, mayo 20, 2007

Como características geográficas presenta afloramientos rocosos a cada extremo y otro hacia la parte media de la playa (características propias del sector) generando una playa de alta energía que es transformada permanentemente por la intensidad del oleaje (Moreno-Munar, 2006), además debido a las corrientes internas presentes en el sector la mayoría de las playas del mismo no se encuentran aptas para bañistas con excepción de algunas que se encuentran protegidas por formaciones coralinas (i. e La Piscina) .



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

a)



b)



**Figura 4. a)** En esta figura se observa la madre vieja encontrada en la playa Arrecifes del PNNT y a su vez se observa la ubicación de E3. **Tomado:** Google earth, 2007. **b)** Madre vieja en época de lluvia, se observa con mucho más flujo de agua

Además cuenta con la madre vieja y la quebrada Santa Rosa que aporta corrientes de agua dulce durante una época del año (Figura 4). Exhibe un tipo de grano predominantemente fino y a simple vista homogéneo, además la energía del oleaje es generalmente fuerte con excepción de los escasos días al año en que se presenta la llamada “bonanza”, tiempo en el cual la energía del mar se alcanza a registrar como la mínima (Moreno, 2006). Esta playa se comunica con el sector Cañaveral por medio de un camino de herradura rodeado de una densa vegetación tropical, y es uno de los sectores más frecuentados por sus hermosas playas.

## 6 CARACTERIZACIÓN DE LA PLAYA

### 6.1 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Continuando con la caracterización del sector de Arrecifes (PNNT), implementado por Jáuregui (2000), se llevó a cabo durante la temporada de anidamiento de tortugas marinas del 2005 (junio a septiembre), el seguimiento de algunas de las condiciones ambientales de su playa principal, con el fin de evaluar su dinámica y potencial como “Playa Focal”.





*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**6.1.1 Sectorización y geomorfología de la playa:** inicialmente se efectuó un reconocimiento mediante recorridos y observaciones directas, buscando identificar elementos ambientales particulares como afloraciones rocosas, presencia de escorrentías, madre viejas, etc. Posteriormente se procedió a medir su longitud total empleando un decámetro que se extendió a lo largo de ésta, siguiendo su morfología no lineal en sentido paralelo a la línea de ribera; a manera de control se dejaron señalizaciones cada 100m. Para la sectorización de la playa se ubicó el punto medio y se marcó una división (transecto central) perpendicular a la línea de costa, a partir de la cual se midieron distancias equidistantes de 190m a cada lado, de acuerdo a lo sugerido por Jáuregui (2000) para playas de longitudes mayores a 1000m, en donde la distancia entre estaciones se recomiendan alrededor de los 200m; se demarcaron entonces, cinco (5) estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) las cuales fueron georeferenciadas por medio de un GPS GARMIN 45 XL, al igual que los puntos extremos coincidentes con formaciones rocosas. Se determinó que la playa Arrecifes tiene una LT de 1140m; en la Tabla 1 se refieren las correspondientes estaciones con sus respectivas distancias y posiciones, partiendo del costado noroeste (NW) en dirección noreste (NE).

**Tabla 1.** Referencia de las longitudes en las cuales se ubicaron las diferentes estaciones.

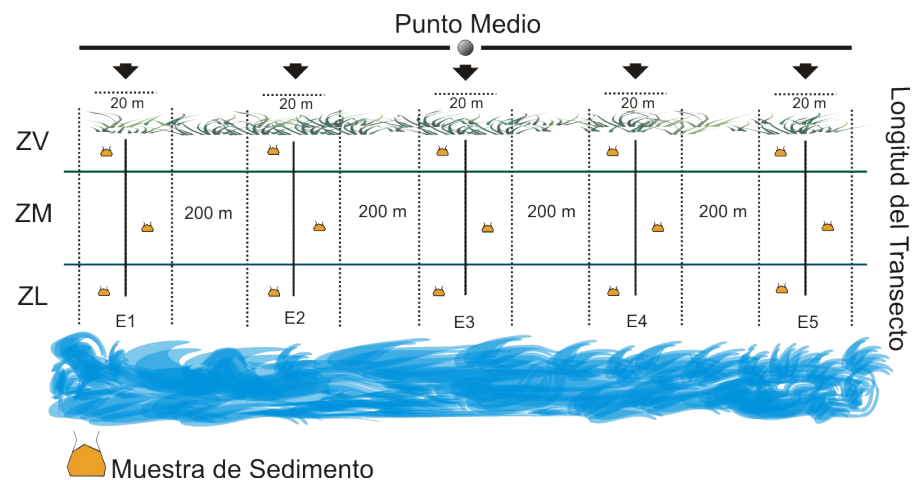
| Punto de referencia (m) | Descripción       | Posición geográfica      |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| 0m                      | Extremo occidente | N11°19.163' W73°57.275'  |
| 190m                    | Estación 1 (E1)   | N11°19.093' W73° 57.201' |
| 380m                    | Estación 2 (E2)   | N11°19.023' W73° 57.130' |
| 570m                    | Estación 3 (E3)   | N11°18.943' W73° 57.042' |
| 760m                    | Estación 4 (E4)   | N11°18.869' W73° 56.972' |
| 950m                    | Estación 5 (E5)   | N11°18.820' W73° 56.866' |
| 1140m                   | Extremo oriente   | N11°18.754' W73°56.772'  |

Cada una de estas estaciones estuvo comprendida por un área de 20m (10m a cada lado del eje central o transecto) sobre el cual se definieron los principales estratos: **Zona de Vegetación (ZV)**



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

desde su línea de consolidación caracterizada principalmente por la presencia de arbustos hasta donde se evidencian brotes esporádicos de macrófitas rastreras, cabe resaltar que en los casos en los que no se observó una dinámica de estas (sin eventos de progresión o regresión), se le asignó un valor predeterminado de +5 m); **Zona Media (ZM)** porción arenosa, siempre seca desde donde termina ZV hasta la línea superior de marea; y por último la **Zona de Lavado (ZL)** tramo siempre húmedo que parte del límite anterior (nivel máximo de marea), hasta donde baña la ola (Figura 5). Para el caso de E3 (que corresponde al punto medio de la playa) a lo largo del estudio, ZV se mantuvo separada de ZM por el espejo de agua formado por la desembocadura de la madreveja que alcanzó a abarcar un distancia de 15 m (Ver Figura 4 a).



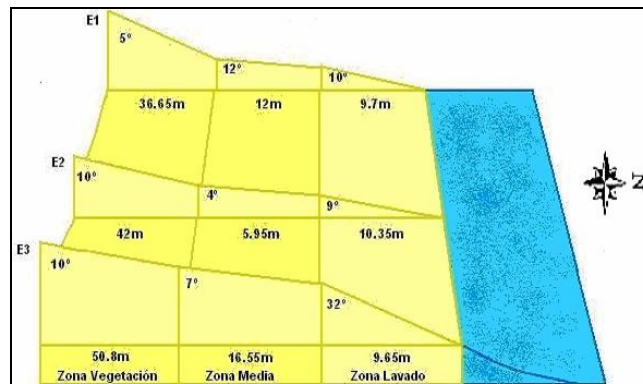
**Figura 5.** Esquemización de los estratos (Zona de Vegetación: ZV; Zona Media: ZM y Zona de Lavado: ZL) en las estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) de la playa Arrecifes, Sector Arrecifes, PNNT. **Tomado:** González, 2008

Para la construcción de los diferentes perfiles topográficos se midieron sobre el transecto perpendicular a la línea de costa las longitudes de los estratos (ZV, ZM, ZL) en cada una de las estaciones con la ayuda de un decámetro extendido dos veces por día con intervalos aproximados de 12 h, durante dos días consecutivos para tener mediciones en lo posible representativas de cada uno de los meses (junio, julio, agosto y septiembre). Los valores de inclinaciones se estimaron por medio de un inclinómetro o transportador ajustado a campo, asignando valores positivos para aquellas pendientes que en dirección al mar fueran descendentes y negativos en casos contrarios (ascendentes).



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Los datos obtenidos, fueron consignados en formatos de campo para su posterior análisis; se diagramaron los respectivos perfiles por medio del programa de diseño AutoDesk Architectural AutoCAD 2006 y posteriormente mediante el empleo de Macromedia Flash Player 7,0 se modelaron ejemplificando la dinámica que presentó cada estación durante el periodo de observación, la Figura 6 muestra una modelación llevada a cabo para la playa La Gumarra durante el período correspondiente a 2004.



**Figura 6.** Esquema de perfiles topográficos con datos de inclinaciones y largos de los estratos en una de las mediciones de la playa La Gumarra, Sector Arrecifes, PNNT, temporada 2004. **Tomado de:** Ospina y De Luque (2005).

**6.1.2 Componente edáfico:** durante una semana al mes, se realizó un monitoreo intensivo por dos días en intervalos de 4 h: 1:00, 5:00, 9:00, 13:00, 17:00 y 21:00 para contar con un set mínimo de 12 datos por mes.



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

En los estratos de cada una de las estaciones se efectuaron mediciones de algunos factores fisicoquímicos del sedimento como la temperatura por medio de un termómetro de precisión 1°C, el pH y el porcentaje de humedad relativa (% Hr) empleando un potenciómetro Solid-tester, buscando conocer sus posibles variaciones durante el tiempo de estudio; adicionalmente se recolectaron muestras de sedimento con la ayuda de un tubo de PVC adaptado como corazonador, las cuales se dejaron expuestas al sol aproximadamente por dos días, removiéndose periódicamente con el fin de asegurar un secado uniforme. Posteriormente se almacenaron en bolsas plásticas previamente rotuladas, realizándose como complemento una breve descripción cualitativa (textura, color, homogeneidad, etc.)

El respectivo procedimiento granulométrico se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de la UJTL-Sede Santa Marta: las muestras que aún se encontraron con signos de humedad se introdujeron al horno por 30 min aproximadamente. Este método consiste en clasificar el sedimento según el tipo del grano, su análisis es fundamental puesto que permite establecer una expresión cuantitativa y cualitativa de acuerdo a la distribución de su tamaño (Toldo, 1994). Se empleó un ROTA TAP eléctrico (ANALYSENCIEB, Retsch 5657 HAAN W Germany- ST ROSTFREI) consistente en una columna de ocho tamices con ojos de malla que van desde los 4 mm hasta los 0.063 mm (Figura 7); el procedimiento consistió en colocar 100 gr de cada muestra totalmente seca en esta batería eléctrica durante 10 a 15 min para después pesar el contenido de cada uno de los tamices en una balanza digital de precisión 0.01 gr.



**Figura 7.** Columna de tamiz, Rota-Tap utilizada para el procedimiento granulométrico de las muestras recolectadas en la playa Arrecifes PNNT, 2005. **Tomado:** González, 2006

**6.1.3 Condiciones oceanometereológicas:** se tuvieron en cuenta la temperatura y la humedad ambiente medidas por medio de un hidrómetro digital. Así mismo, se registró la energía del mar de acuerdo a una escala cualitativa previamente establecida con base a su intensidad (0: baja, 1: media-baja, 2: media, 3: media-alta, 4: alta y 5: muy alta). También se tomó la nubosidad con respecto al cubrimiento de la bóveda celeste para lo cual se dividió en ocho partes iguales (octas) teniendo los siguientes intervalos: 0/8 -2/8 corresponde a un cielo despejado, 3/8- 5/8 cielo parcialmente nublado, 6/8- 8/8 cielo nublado.

**6.1.4 Flora y fauna asociada:** como complemento para la caracterización de la playa se realizó una descripción general de los grupos florísticos y faunísticos presentes en la playa, buscando identificar los posibles riesgos que puedan afectar la actividad de anidamiento de las tortugas marinas.



## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**6.1.5 Análisis de datos:** la información obtenida se consignó en sus respectivas tablas, obteniéndose los principales estadígrafos para todas las variables analizadas en cada una de las estaciones (E1, E2, E3, E4, y E5) y sus diferentes estratos (ZV, ZM, ZL) como promedios, error estándar (EE), coeficiente de variación (%CV); posteriormente los datos se sometieron a la comprobación de los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas, evaluando inicialmente la homogeneidad de varianzas (test de Bartlett) y la normalidad por medio del test de Shapiro-Wilks. Con el fin de determinar la existencia o no de relaciones estadísticamente significativas se aplicó el test de Kruskal-Wallis ya que las muestras fueron no paramétricas. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un 95% de confiabilidad empleando el software Statgraphics Plus versión 2.

Para el análisis granulométrico los pesos obtenidos en gr para cada tamiz según su diámetro de ojo de malla (mm), se transformaron a unidades phi ( $\Phi$ ) empleando la fórmula establecida por Krumbein en 1934, donde:

$\Phi = -\log_2$  diámetro (mm) del grano (Trujillo, 2006). De esta manera, se introdujeron en el software SFT (Sequential Fragmentation/Transport) versión 2.19,0165 logrando expresar la clasificación del tamaño de partículas tanto en mm como en unidades  $\Phi$ , siguiendo la escala de Wentworth (Tabla 2).

**Tabla 2.** Escala de clasificación del tamaño de grano según Wentworth, de acuerdo a los rangos de unidades phi y (mm). Tomado y modificado de Escobar-Vázquez (2007)



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| Tipo   | Nombre     | Escala Phi ( $\Phi$ ) | Diámetro (mm)   |
|--------|------------|-----------------------|-----------------|
| Gravas | Bloques    | < -8                  | > 256,0         |
|        | Gujarros   | (-8) - (-6)           | 64,0 - 256,0    |
|        | Gujos      | (-6) - (-2)           | 4,0 - 64,0      |
|        | Gránulos   | (-1) - (-2)           | 2,0 - 4,0       |
|        | Muy grueso | (-1) - 0              | 1,0 - 2,0       |
| Arenas | Grueso     | 0 - 1                 | 0,50 - 1,0      |
|        | Medio      | 1 - 2                 | 0,25 - 0,50     |
|        | Fino       | 2 - 3                 | 0,125 - 0,250   |
|        | Muy fino   | 3 - 4                 | 0,0625 - 0,125  |
| Lodos  | Medios     | 4 - 8                 | 0,0039 - 0,0625 |
|        | Arcillas   | > 8                   | < 0,0039        |

Este software (SFT) proporcionó los valores de clasificación o desviación estándar ( $\sigma$ ) la cual describe la variabilidad del tamaño de grano en una muestra (Tabla 3), considerándose bien clasificadas o seleccionadas aquellas cuyo tamaño de las partículas es similar u homogéneo (Figura 8).

**Tabla 3.** Expresa la clasificación o selección (Desviación Gráfica Inclusiva-DGI) del sedimento de acuerdo a las unidades  $\Phi$  obtenidas. **Tomado:** Trujillo, 2006

| Clasificación |                                  | Diámetro ( $\Phi$ )            |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------|
| M-B-C         | Muy Bien Clasificadas            | $\sigma < 1 < 0,35 \Phi$       |
| B.C           | Bien Clasificadas                | $0,36 \Phi \sigma < 0,50 \Phi$ |
| m.b.c         | Moderadamente bien clasificadas  | $0,51 \Phi \sigma < 0,71 \Phi$ |
| m.c           | Moderadamente clasificadas       | $0,72 \Phi \sigma < 0,99 \Phi$ |
| p.c           | Pobrementemente clasificadas     | $1,00 \Phi \sigma < 2,00 \Phi$ |
| m.p.c         | Muy pobrementemente clasificadas | $2,00 \Phi \sigma < 4,00 \Phi$ |

Así mismo, se obtuvieron valores de: Asimetría ( $sK$ ) que indica el grado de desplazamiento de la curva de distribución granulométrica, es decir que expresa la repartición de los elementos respecto a la mediana (corresponde al tamaño medio de los granos presentes), oscila entre 1 y -1 correspondiendo a una asimetría positiva valores  $sK > 0$ ,  $sK = 0$  se relaciona con una asimetría equilibrada y  $sK < 0$  con una asimetría negativa; finalmente la curtosis o angulosidad ( $Kg$ ) que define la clasificación de acuerdo con la forma de la curva de frecuencia (histograma), según expresa (Trujillo, 2006).

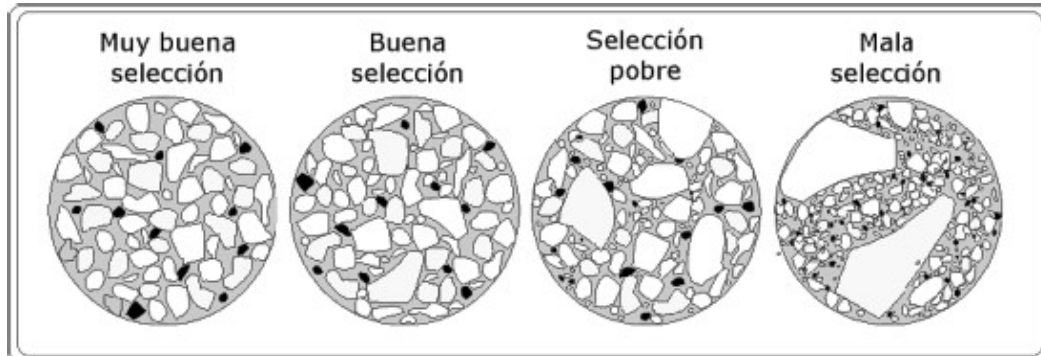


Figura 8. Esquemización de las diferentes clases de clasificación o selección posibles. Tomado: Trujillo, 2006)

## 6.2 DATOS OBTENIDOS DURANTE LAS MEDICIONES

Los resultados de los estadísticos de cada uno de los componentes y sus respectivas variables muestran el comportamiento en general que tuvieron los mismos durante el tiempo de muestreo en la playa.

**6.2.1 Aspecto geomorfológico:** permitió evaluar la dinámica de la costa puesto que la morfología de la playa puede reflejar el comportamiento y la acción que ejerce la marea sobre esta; además, por medio de los perfiles construidos se hizo posible conocer que tanto variaron la longitud e inclinación en diferentes puntos de cada uno de los transectos; los datos obtenidos muestran como ZM presentó los mayores valores durante los meses de muestreo, mientras que el mayor coeficiente de variación fue para ZV seguido por ZM y por último ZL, indicando posiblemente que esto pudo ser debido al proceso de progresión y regresión de las macrófitas rastreras (fríjol de playa principalmente) que inciden en estos dos estratos (Ver Tabla 4).

**Tabla 4.** Estadísticos de las mediciones generales de las condiciones geomorfológicas, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes-PNNT





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

|                       |                 | junio    |           |        |         | julio |           |        |         | agosto |           |        |          | septiembre |           |        |          |       |
|-----------------------|-----------------|----------|-----------|--------|---------|-------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|----------|------------|-----------|--------|----------|-------|
| Indicadores           | Variables       | Estratos | $\bar{X}$ | DS     | CV (%)  | EE    | $\bar{X}$ | DS     | CV (%)  | EE     | $\bar{X}$ | DS     | CV (%)   | EE         | $\bar{X}$ | DS     | CV (%)   | EE    |
| A.<br>Geomorfologicos | Largo (m)       | V        | 5,089     | 2,052  | 4,033   | 0,513 | 5,928     | 2,930  | 49,423  | 0,813  | 5,840     | 3,016  | 51,646   | 0,909      | 6,155     | 3,295  | 53,538   | 1,246 |
|                       |                 | M        | 20,724    | 10,066 | 4,857   | 2,309 | 17,036    | 7,592  | 44,562  | 1,960  | 13,955    | 6,171  | 44,224   | 1,593      | 18,160    | 7,332  | 40,372   | 2,444 |
|                       |                 | L        | 4,045     | 1,397  | 3,455   | 0,329 | 4,525     | 1,396  | 30,848  | 0,360  | 4,745     | 1,681  | 35,438   | 0,434      | 5,140     | 1,146  | 22,305   | 0,382 |
|                       | Inclinacion (°) | V        | 40,250    | 17,270 | 42,907  | 7,050 | 20,000    |        |         |        | -6,500    | 26,163 | -402,507 | 18,500     | 13,000    |        |          |       |
|                       |                 | M        | 15,829    | 23,737 | 149,956 | 3,707 | 19,200    | 15,826 | 82,429  | 2,502  | 19,667    | 12,028 | 61,158   | 2,455      | 4,833     | 6,918  | 143,129  | 1,153 |
|                       |                 | L        | 29,545    | 31,287 | 105,894 | 9,433 | 19,333    | 16,681 | 86,2827 | 6,810  | 31,500    | 29,065 | 92,271   | 7,266      | 22,889    | 26,756 | 55,24901 | 8,919 |

Observando la Figura 9 y la Tabla 5 se puede apreciar gráficamente como ZM, registró los mayores valores durante el mes de junio, mientras que los menores promedios de su extensión se presentaron en agosto, quizás como consecuencia del incremento de lluvias y de la actividad del mar, cuya incursión en la playa reduce de manera particular las estaciones centrales, contrario a lo que se evidencia con los extremos cuyas distancias se ven incrementadas, dejando ver una línea de costa tendiente a la concavidad.

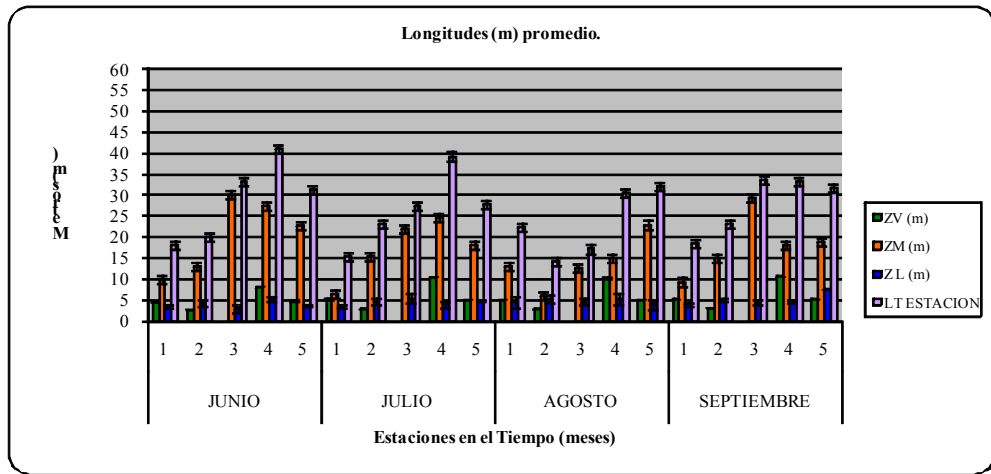


Figura 9. Longitudes promedio de cada una de las estaciones y sus respectivos estratos a lo largo del período de muestreo en la playa Arrecifes 2005. ZV: zona de vegetación; ZM: zona media; ZL: zona de lavado, y sus respectivos EE.



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

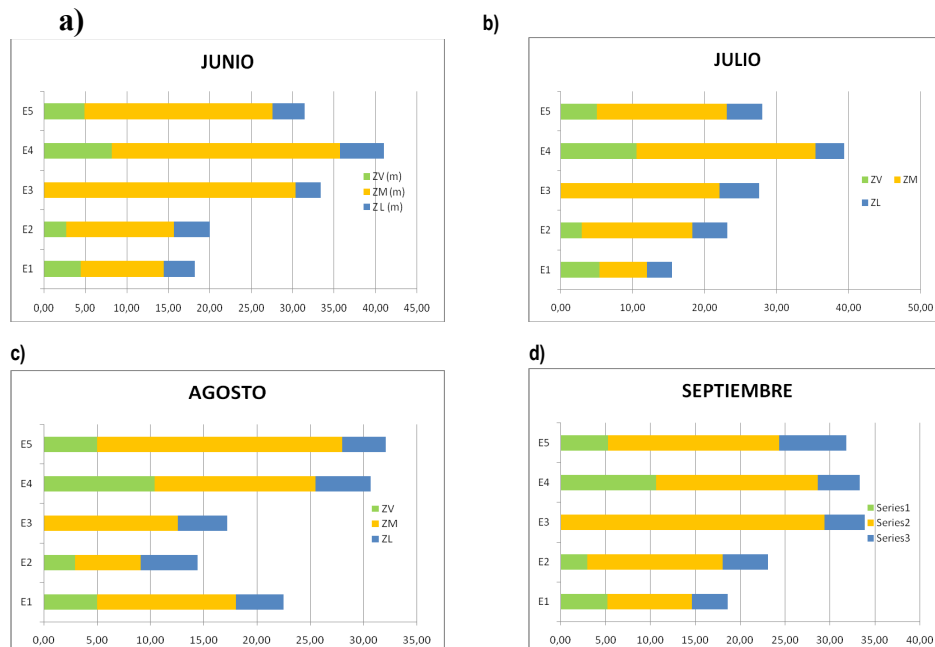
Tabla 5. Estadísticos obtenidos para el aspecto geomorfológico (inclinaciones y longitudes) en los tres estratos de las diferentes estaciones durante el período comprendido entre junio-septiembre del 2005. Playa Arrecifes, PNNT

| A. Geomorfológicos |                 |          | E1        |        |         |        | E2        |        |         |       | E3          |        |         |       | E4        |        |         |       | E5        |        |         |       |       |
|--------------------|-----------------|----------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|-------|-------------|--------|---------|-------|-----------|--------|---------|-------|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Mes                | Variables       | Estratos | $\bar{X}$ | D S    | C V (%) | EE     | $\bar{X}$ | D S    | C V (%) | EE    | $\bar{X}$   | D S    | C V (%) | EE    | $\bar{X}$ | D S    | C V (%) | EE    | $\bar{X}$ | D S    | C V (%) | EE    |       |
| Junio              | Largo (m)       | V        | 4,460     | 0,108  | 2,429   | 0,054  | 2,745     | 0,061  | 2,236   | 0,031 | Sin reporte |        |         |       | 8,225     | 0,206  | 2,506   | 0,103 | 4,928     | 0,038  | 0,766   | 0,019 |       |
|                    |                 | M        | 10,050    | 4,181  | 41,597  | 2,090  | 12,988    | 3,767  | 29,005  | 1,884 | 30,363      | 10,656 | 35,097  | 5,328 | 27,533    | 4,801  | 17,438  | 2,772 | 22,685    | 6,412  | 28,266  | 3,206 |       |
|                    |                 | L        | 3,695     | 0,812  | 21,988  | 0,406  | 4,305     | 1,444  | 33,534  | 0,722 | 3,088       | 1,883  | 60,992  | 0,942 | 5,283     | 1,446  | 27,369  | 0,835 | 3,853     | 0,731  | 18,974  | 0,422 |       |
|                    | Inclinacion (°) | V        | 31        | 22,627 | 72,992  | 11,314 | 49,500    | 6,364  | 12,856  | 4,5   | -----       | -----  | -----   | ----- | Plano     |        |         |       | Plano     |        |         |       |       |
|                    |                 | M        | 14,100    | 42,160 | 299,004 | 13,332 | 23,667    | 21,942 | 92,714  | 8,958 | Estable     |        |         |       | 11,538    | 13,144 | 113,916 | 3,646 | 19,455    | 10,425 | 53,585  | 3,143 |       |
|                    |                 | L        | -----     | -----  | -----   | -----  | -----     | -----  | -----   | ----- | -----       | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |
| Julio              | Largo (m)       | V        | 5,350     | 0,265  | 4,945   | 0,132  | 2,863     | 0,048  | 1,672   | 0,024 | Sin reporte |        |         |       | 10,513    | 0,025  | 0,238   | 0,000 | 5,000     | 0,000  | 0,000   | 0,000 |       |
|                    |                 | M        | 6,575     | 3,894  | 59,218  | 2,248  | 15,43     | 2,360  | 15,296  | 1,180 | 22,050      | 2,704  | 12,262  | 1,561 | 24,825    | 5,860  | 23,606  | 3,383 | 18,050    | 1,344  | 7,443   | 0,950 |       |
|                    |                 | L        | 3,510     | 0,574  | 16,360  | 0,332  | 4,810     | 1,522  | 31,633  | 0,761 | 5,533       | 1,765  | 31,901  | 1,019 | 4,000     | 1,155  | 28,868  | 0,667 | 4,900     | 0,141  | 2,886   | 0,100 |       |
|                    | Inclinacion (°) | V        | -----     | -----  | -----   | -----  | -----     | -----  | -----   | ----- | -----       | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |
|                    |                 | M        | 41,250    | 33,797 | 81,933  | 16,899 | 22,125    | 12,597 | 56,938  | 4,454 | 10,000      | 9,912  | 99,121  | 3,304 | 17,083    | 9,549  | 55,894  | 2,756 | 18,714    | 10,095 | 53,942  | 3,815 |       |
|                    |                 | L        | 26,000    | 29,698 | 114,225 | 21,000 | -----     | -----  | -----   | ----- | 7,000       | -----  | 20,203  | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |
| Agosto             | Largo (m)       | V        | 5,000     | 0,000  | 0,000   | 0,000  | 2,960     | 0,017  | 0,585   | 0,010 | Sin reporte |        |         |       | 10,400    | 0,346  | 3,331   | 0,200 | 5,000     | 0,000  | 0,000   | 0,000 |       |
|                    |                 | M        | 13,000    | 3,200  | 24,615  | 1,848  | 6,133     | 2,579  | 42,056  | 1,489 | 12,573      | 1,262  | 10,036  | 0,728 | 15,067    | 3,009  | 19,970  | 1,737 | 23,000    | 4,300  | 18,696  | 2,483 |       |
|                    |                 | L        | 4,500     | 2,179  | 48,432  | 1,258  | 5,333     | 1,528  | 28,641  | 0,882 | 4,633       | 1,234  | 26,638  | 0,713 | 5,187     | 2,446  | 47,166  | 1,412 | 4,070     | 1,896  | 46,584  | 1,095 |       |
|                    | Inclinacion (°) | V        | -----     | -----  | -----   | -----  | -----     | -----  | -----   | ----- | Sin reporte |        |         |       | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |
|                    |                 | M        | 18,833    | 10,458 | 55,528  | 4,269  | constante |        |         |       | constante   |        |         |       | 26,714    | 17,347 | 64,934  | 6,556 | 14,500    | 5,798  | 39,983  | 1,833 |       |
|                    |                 | L        | 12,6667   | 3,786  | 29,889  | 2,186  | 23,400    | 15,225 | 65,064  | 6,809 | 86,667      | 5,774  | 6,662   | 3,333 | 18,500    | 7,724  | 41,754  | 3,862 | constante |        |         |       |       |
| Septiembre         | Largo (m)       | V        | 5,220     | 0,000  | 0,000   | 0,000  | 3,000     | 0,000  | 0,000   | 0,000 | Sin reporte |        |         |       | 10,625    | 0,035  | 0,333   | 0,009 | 5,300     | -----  | -----   | ----- |       |
|                    |                 | M        | 9,400     | 0,566  | 6,018   | 0,137  | 15,05     | 0,354  | 2,349   | 0,086 | 29,350      | 1,909  | 6,505   | 0,463 | 18,000    | 1,414  | 7,857   | 0,343 | 19,000    | -----  | -----   | ----- |       |
|                    |                 | L        | 4,000     | 0,707  | 17,678  | 0,171  | 5,050     | 0,636  | 12,602  | 0,154 | 4,500       | 0,707  | 15,713  | 0,171 | 4,650     | 0,495  | 10,645  | 0,120 | 7,500     | -----  | -----   | ----- |       |
|                    | Inclinacion (°) | V        | -----     | -----  | -----   | -----  | -----     | -----  | -----   | ----- | Sin reporte |        |         |       | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |
|                    |                 | M        | 7,875     | 4,794  | 60,876  | 1,695  | 4,86      | 6,986  | 143,837 | 2,641 | -0,125      | 5,384  | -----   | 1,903 | 7,000     | 9,069  | 129,560 | 3,023 | 3,750     | 3,775  | 100,660 | 1,887 |       |
|                    |                 | L        | 16,250    | 6,702  | 41,243  | 3,351  | -----     | -----  | -----   | ----- | -----       | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | -----     | -----  | -----   | ----- | ----- |



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Con respecto al comportamiento de cada uno de los estratos en las diferentes estaciones a lo largo del período de estudio se observa como ZV en junio presentó los mayores valores promedio en E4 y los menores en E2, situación que se mantuvo a lo largo de las mediciones durante todo el estudio; la primera creció y decreció intercaladamente entre los meses, fluctuando entre los 8,225 +/- 0,103 y 10,625 +/- 0,025m, mientras que la segunda por su parte tuvo un aumento progresivo desde junio a septiembre de aproximadamente 0,09 m mensuales, manteniéndose entre 2,745 +/- 0,031 y 3,00 +/- 0,000m (Tabla 5). E1 también registró un comportamiento alternado de sus longitudes, manteniéndose entre un rango de 4,460 +/- 0,054 y 5,350 +/- 0,132m, evidenciando el mayor crecimiento de junio a julio, con una disminución posterior en agosto y un aumento en septiembre; E5 mientras tanto tuvo un pequeño incremento de junio a julio, manteniendo la misma longitud durante julio y agosto y alcanzando el mayor incremento entre agosto a septiembre (0,30 m) (Figura 10 a, b, c, d). Como se mencionó anteriormente, las fluctuaciones en las magnitudes de este estrato, responden principalmente al crecimiento y decrecimiento de las plantas rastreras producto de diferentes características que pueden llegar a incidir sobre estas tales como la disponibilidad de agua, nutrientes, temperatura del suelo e intensidad lumínica que si bien al principio de su expansión las favorece, posteriormente influye en su retroceso.





### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Figura 10.** Comportamiento (cambios de longitud en m) de cada uno de los estratos de las cinco estaciones durante el período de estudio. a) junio, b) para julio, c) agosto, d) septiembre; playa Arrecifes, PNNT, 2005.

Por su parte ZM al inicio de la investigación (junio) presentó las más amplias superficies de playa hacia el sector Este (E3, E4), aunque así mismo durante este mes se evidenciaron las mayores variaciones para este estrato pues mostró los más altos EE para las cinco estaciones; durante el mes de julio se aprecia que E1 disminuye su superficie pasando de 10,050 +/-2,090 a 6,575 +/-1,887, para durante los meses siguientes continuar con un comportamiento fluctuante aumentando y disminuyendo su longitud intercaladamente, un patrón similar de oscilación evidencio E2 aunque inverso, es decir, que mientras E1 aumentó esta disminuyó su extensión; E3 expresó sus mayores extensiones en los meses extremos muestreados (junio y septiembre) mientras que la menor longitud se dio durante el mes de agosto ya que por el incremento de lluvias la madreveja aumento su cantidad de agua abarcando gran parte de la ZM de esta estación; con respecto a E4 demostró un decrecimiento de su extensión a lo largo de los meses de muestreo con un leve incremento durante septiembre; finalmente para E5 se aprecia el mismo patrón de E1 donde en julio disminuye pasando de 22,685 +/- 3,206 a 18,050 +/- 0,950, posteriormente durante el mes de agosto incrementa casi 5m alcanzando 23,000m +/- 2,483 y finalmente vuelve a disminuir durante septiembre con una longitud de 19,000m (Tabla 5). Esta condición de ZM se encuentra muy ligada con la acción del oleaje imperante durante la elaboración de los perfiles y en general a lo largo del tiempo pues su incremento o reducción esta directamente influenciado por la longitud de ZL y de esta manera por el nivel que alcance el oleaje y la marea, otro factor influyente son las lluvias y sus correspondientes inundaciones (E3), sin embargo, como se aprecia en las (Figura 10 a, b, c, d), durante los meses de lluvias (agosto y septiembre) también hubo incrementos en otras estaciones para esta zona (i.e E1 y E5) lo cual se puede deber a la oferta de sedimentos traídos por los drenajes de la zona (i.e quebrada santa rosa) (INVEMAR, 2002).

Con respecto a ZL se observa que durante casi todo el tiempo de muestreo esta no obtuvo longitudes superiores a 5m, con excepción del mes de septiembre para E5 la cual presento la máxima extensión con 7,500m, por su parte los menores valores generales se evidenciaron durante el mes de junio (Figura 10 a, b, c, d), no implicando esto que esta zona se mantuviera estática, por el contrario esta es la zona que más fluctuaciones tiene debido a estar en contacto directo con el oleaje y los cambios de marea regulares. Para poder determinar adecuadamente sus cambios es necesario



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

analizarla conjuntamente con ZM ya que el comportamiento de una (ZL) se evidencia notoriamente en la otra (ZM) (Tabla 5).

Como se mencionó, las estaciones con mayor extensión promedio fueron la 3, 4 y la 5 con valores entre los 22 y 41 m (presentando a su vez la zona media con mayor longitud), estas se encuentran localizadas hacia el sector Este de la playa, mientras que el sector Oeste presenta una superficie de playa menos extensa y accesible (fuertes pendientes en algunos momentos) advirtiéndose en las longitudes totales de E1 y E2, que en general durante el período de estudio reportaron las menores extensiones (Figura 10 a-d) estableciéndose de esta manera una clara tendencia que diferencia morfológicamente la playa para cada uno de los sectores (Este y Oeste) pudiendo estar asociado a corrientes internas del mar un poco divergentes en cada uno de estos o a la morfología que tiene cada una en su porción sumergida. Con respecto al análisis por horas se observa que la máxima longitud alcanzada para ZM durante todo el período de muestreo la exhibió E3 para el día 6 de Junio durante las horas cercanas al medio día (13:00), y la menor fue registrada para E1 el día 26 de Julio hacia las 6:00 horas; ZV documentó los mayores registros en todas las mediciones para E4 con un incremento notorio a partir del 23 de julio (posiblemente debido a un par de fuertes lluvias que se presentaron durante ese mes) manteniéndose a partir de este momento relativamente estable, por lo demás se puede apreciar que en las diferentes horas del día en que se tomaron los registros se mostraron algunas diferencias aunque la tendencia encontrada es la mencionada (Figura 1 Anexo D).

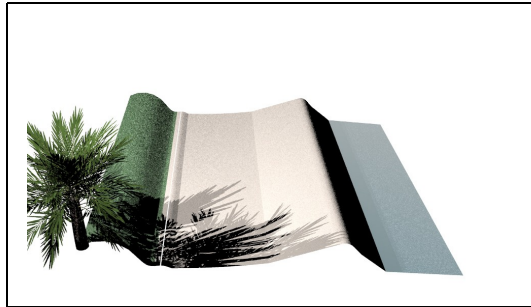
La modelación de los diferentes perfiles permite apreciar la variabilidad y cambios de estos estratos, es así como a continuación se presenta una muestra donde se evidencia la variación exhibida en E2 durante los diferentes reportes (junio-septiembre), donde: las Figuras 11 a-d corresponden al mes de junio, Figuras 11 e-g al mes de julio, Figuras 11 h-j a agosto y finalmente las Figuras 11 k y l pertenecen al mes de septiembre; los demás perfiles se encuentran en Anexo E.



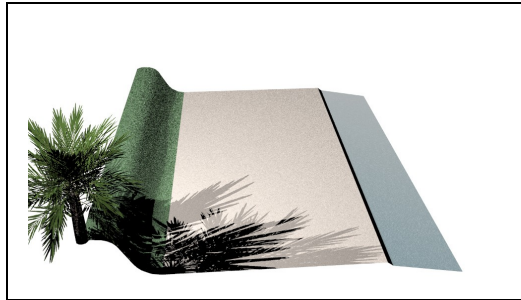
Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

E2

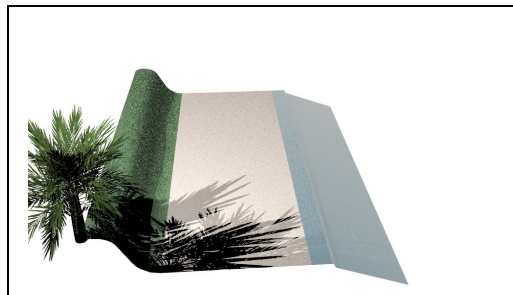
a) 06/06/2005, a las 13:00



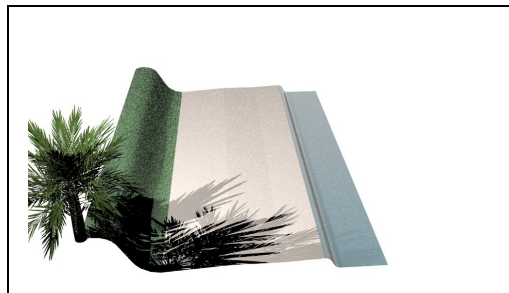
b) 08/06/2005, a las 5:00



c) 09/06/2005, a las 9:00



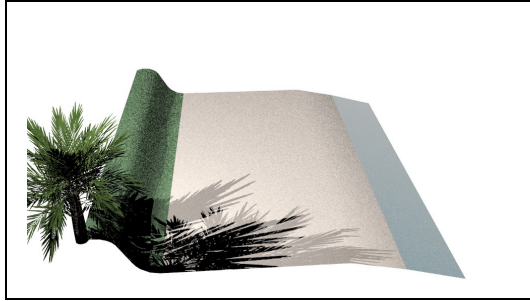
d) 11/06/2005, a las 9:00



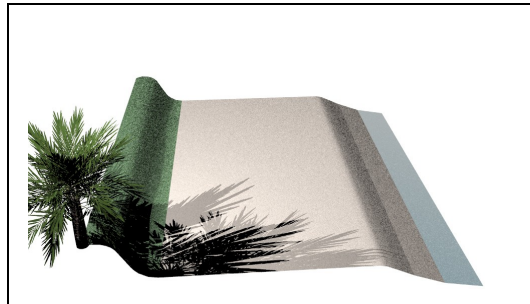


*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

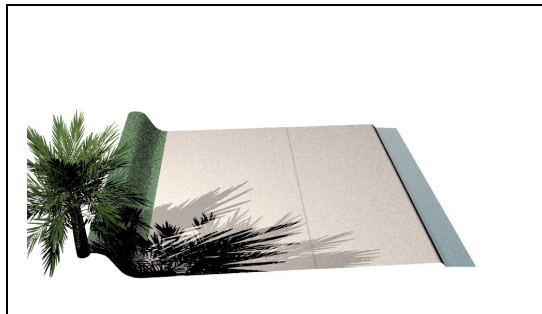
e) 22/07/2005, a las 7:00



f) 22/07/2005, a las 18:00



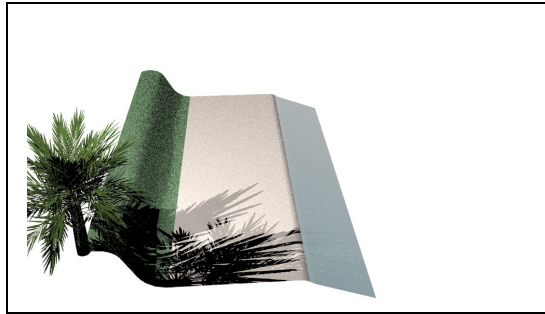
g) 30/07/2005, a las 6:00



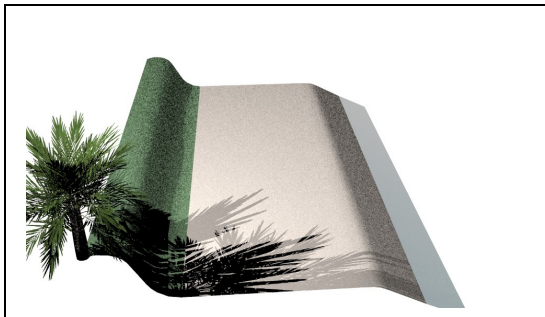


*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

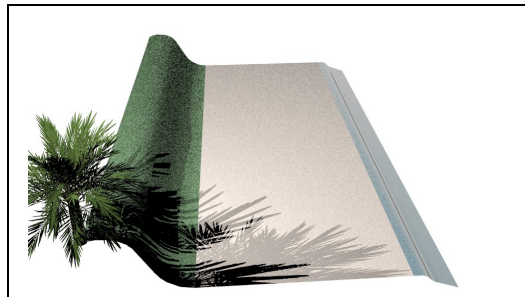
**h)** 13/08/2005, a las 6:00



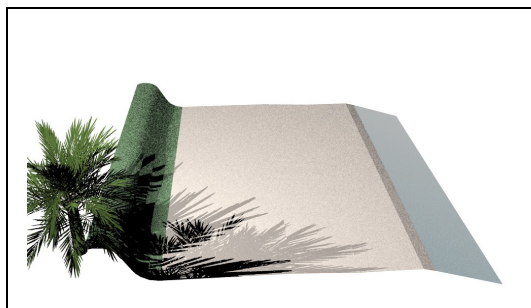
**i)** 14/08/2005, a las 6:00



**j)** 15/08/2005, a las 17:30



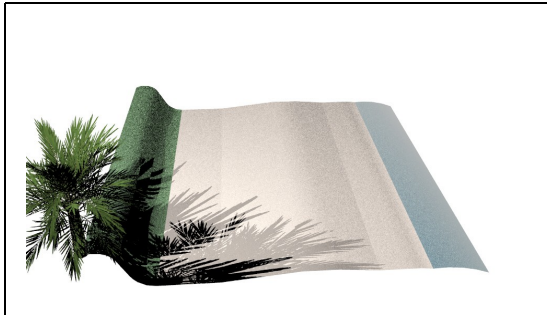
**k)** 17/09/2005, a las 17:30







I) 18/09/2005, a las 11:30



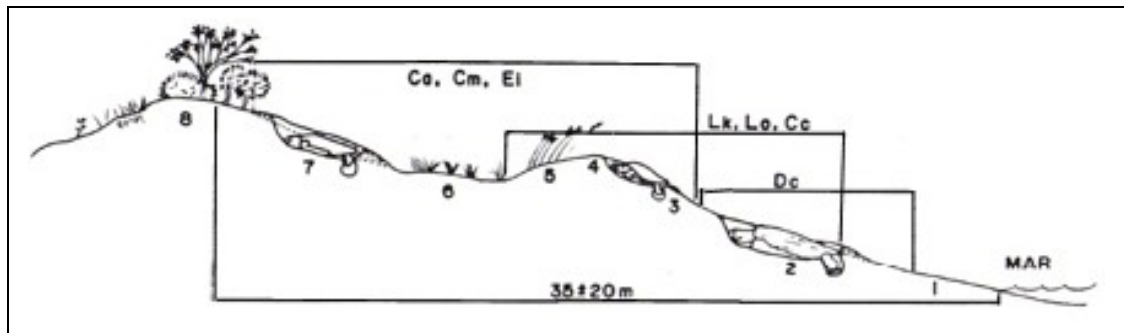
**Figura 11.** Descripción de la dinámica de la Playa Arrecifes durante la temporada 2005 para la estación 2 (E2), Playa Arrecifes-PNNT.

Como es sabido, la forma de la playa es un factor determinante al momento de la ovoposición; es así como a pesar de las enormes semejanzas en cuanto a las características fundamentales (i.e desplazamientos, condiciones ambientales, procedimiento general a seguir una vez arriban a tierra, entre otras) no todas las especies de tortugas marinas anidan bajo las mismas condiciones y características geomorfológicas (Márquez, 1996), existen ciertas diferencias entre las tendencias al momento de elegir el lugar en que depositaran sus huevos es así como se podría esquematizar las preferencias de cada una de las especies existentes (con excepción de *Natator depressus*) de acuerdo a lo expuesto por algunos autores (Figura 12). Por ejemplo respecto a las especies arribantes a este sector del PNNT, las hembras de tortuga canal prefieren playas con poca plataforma (profundas), accesos abiertos sin contacto con rocas o corales abrasivos, costas de alta energía, fuerte corriente, pendientes pronunciadas y oleaje alto además de estar libres de vegetación (Márquez, 1996); (Chacón, 2004); mientras las hembras de tortuga carey comúnmente atraviesan por hábitats cubiertos de arrecifes de coral y aguas someras apareciendo en playas de perfil bajo y con vegetación densa (Diez y Ottenwalder En: Eckert, 2000). Estas tendencias fueron claramente notorias durante la temporada evaluada, pues al analizar la ubicación de los nidos y caracoleos se evidencia una marcada particularidad por parte de la especie *D. coriacea* hacia el sector Este de la playa el cual presenta una longitud mayor con mas área despejada; por el contrario *E. imbricata* arribo en las diferentes oportunidades reportadas hacia el sector Oeste y en casi todos los casos llegó hasta la vegetación, estrato en el cual donde fue encontrado el único nido depositado



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

por esta especie. En los perfiles realizados se observa claramente que cada uno de los sectores presenta las características adecuadas para este patrón. Así mismo, la longitud de cada estrato indica el nivel que presenta la marea en el momento de la construcción del perfil, siendo ZM mayor entre menos fuerte sea la marea, coincidiendo con lo referido por Pritchard (1983)



**Figura 12.** Sitios de anidación de las tortugas marinas en la playa, según la conducta de las diferentes especie. Ca: *Chelonia mydas agassizi*, Cm: *Chelonia mydas*, Cc: *Caretta caretta*; Ei: *Eretmochelys imbricata*; Lk: *Lepidochelys kempii*, Lo: *Lepidochelys olivacea*, Dc: *Dermochelys coriacea*. **Tomado:** Márquez, R 1996.

Así mismo, al analizar los perfiles se puede constatar la alta actividad y dinámica del sector como es característica de las playas arenosas donde tanto la arena, el agua y el aire están en constante movimiento (Oliva & Marinkovic, 2005), pues las longitudes de los estratos variaban notoriamente en pocos días e incluso en cuestión de horas se notan estas diferencias, manteniéndose sin embargo la tendencia de superficie de playa más amplia hacia el sector Este (Figura 1 Anexo D), además las pendientes también evidenciaron grandes variaciones a tal punto que en algunos casos en cuestión de poco tiempo, perfiles totalmente planos resultaban registrando cárcavas de casi o incluso 90° de inclinación, sobre todo hacia el sector Oeste (Anexos E). Sin embargo, gracias a esta dinámica la morfología general de las playas de este sector del Parque natural a pesar de sufrir fuertes cambios se ha mantenido relativamente estable a través del tiempo debido a la periódica renovación de sedimento aluvial proveniente de los diferentes ríos y quebradas que estas presentan.

Una de las características más importante de este tipo de playas arenosas, desde el punto de vista físico, es la sensibilidad y capacidad de respuesta morfológica a las condiciones hidrodinámicas (Mosso, 2004); la arena es transportada constantemente por la acción del oleaje, de las corrientes y del viento (Trujillo, 2006), generando los cambios presentados durante el muestreo. Sin embargo,



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

desde hace algún tiempo el ser humano ha ejercido fuertes modificaciones en la zona costera introduciendo barreras artificiales tales como presas, puertos, diques, espigones o como se observa en esta playa costales, y todo tipo de estructuras de estabilización alterando su dinámica y respuesta natural (Mosso, 2004).

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que las playas no solo tienen importancia turística como generalmente se cree, estas protegen la zona costera y es acá donde se concentra la energía del oleaje (Benavente, *et.al*, 2002), además son reservas sedimentológicas y constituyen el hábitat de numerosas especies animales y botánicas adaptadas a estos ambientes (Schmitt, 1994 En: Roig, 2004); es así como en el caso de una tormenta las playas con mayor extensión de arena presentan menos erosión que aquellas menos extensas, puesto que las primeras modifican su perfil a nuevas condiciones de energía generando barras sumergidas con la arena arrastrada que impiden la erosión por las olas disipando así su energía antes de llegar a la costa; este comportamiento se ha visto perturbado por los cambios antes mencionados ejercidos por el hombre generando interrupciones en el transporte de sedimento, incrementándose de esta manera el oleaje y por ende presentándose mayor erosión en las playas (Mosso, 2004) lo que desencadena un fuerte impacto en el proceso de anidamiento de las tortugas marinas puesto que estas o no encuentran un lugar apropiado para anidar o sus nidadas son erosionadas y muchas veces la totalidad de los huevos son afectados por esta acción.

**6.2.2 Componente edáfico:** con respecto a los factores evaluados los resultados generales de granulometría de la playa arrojaron información según la cual el tipo de grano predominante correspondiente a arenas finas pues en todos los casos su promedio se encuentra representado con valores superiores a 60% indicando que esta es la clase de partícula más representativa en esta playa por lo menos durante el período de tiempo en que se llegó a cabo este estudio (Tabla 6).



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Tabla 6.** Estadísticos de las mediciones generales del componente edáfico, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes- PNNT

| Indicadores | Variables                  | Estratos | junio     |        |        |       | julio     |        |        |       | agosto    |        |        |        | septiembre |       |        |       |
|-------------|----------------------------|----------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|--------|------------|-------|--------|-------|
|             |                            |          | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE     | $\bar{X}$  | DS    | CV (%) | EE    |
| A. Edáfico  | Tipo de grano predominante | V        | 66,518    | 16,398 | 24,651 | 1,988 | 65,340    | 16,949 | 25,940 | 3,888 | 70,394    | 10,106 | 14,356 | 7,146  | -----      | ----- | -----  | ----- |
|             |                            | M        | 79,862    | 15,869 | 19,871 | 1,808 | 80,048    | 13,499 | 16,864 | 2,815 | 75,753    | 16,741 | 22,100 | 11,838 | -----      | ----- | -----  | ----- |
|             |                            | L        | 80,144    | 13,960 | 17,419 | 1,787 | 83,258    | 8,962  | 10,765 | 2,004 | 86,481    | 6,884  | 7,960  | 4,868  | -----      | ----- | -----  | ----- |
|             | Temperatura Sedimento (°C) | V        | 31,907    | 2,801  | 8,777  | 0,340 | 32,872    | 2,738  | 8,331  | 0,332 | 30,573    | 0,564  | 1,844  | 0,163  | 31,800     | 3,491 | 10,979 | 0,552 |
|             |                            | M        | 32,114    | 2,845  | 8,859  | 0,307 | 33,848    | 2,579  | 7,621  | 0,280 | 30,987    | 1,084  | 3,497  | 0,280  | 33,560     | 4,258 | 12,687 | 0,602 |
|             |                            | L        | 30,424    | 2,539  | 8,344  | 0,274 | 28,502    | 1,869  | 6,558  | 0,203 | 29,387    | 0,316  | 1,075  | 0,082  | 27,660     | 2,322 | 8,395  | 0,328 |

Por su parte la temperatura del sedimento presenta una clara tendencia en la cual como era de esperarse ZL tiene los valores más bajos (oscilando entre los 27 y 30°C) registrándose su mayor valor (30,43°C +/- 0,274) durante el mes de junio, seguida por ZV con valores promedio entre 30-32°C con su mayor reporte para el mes de julio (32,82 +/- 0,332) y con los mayores valores se encuentra ZM con temperaturas entre 30-33°C con los mayores registros durante el mes de julio (33,85 +/-0,280) (Tabla 6).

En la Tabla 7 se expresan los porcentajes promedio de arena fina para cada estación y estrato con sus respectivos estadísticos demostrándose que a excepción del mes de junio para E5 en ZV esta categoría constituyó más del 50% de la representación del sedimento; así mismo muestra la temperatura promedio del sedimento reportada para las estaciones y estratos.



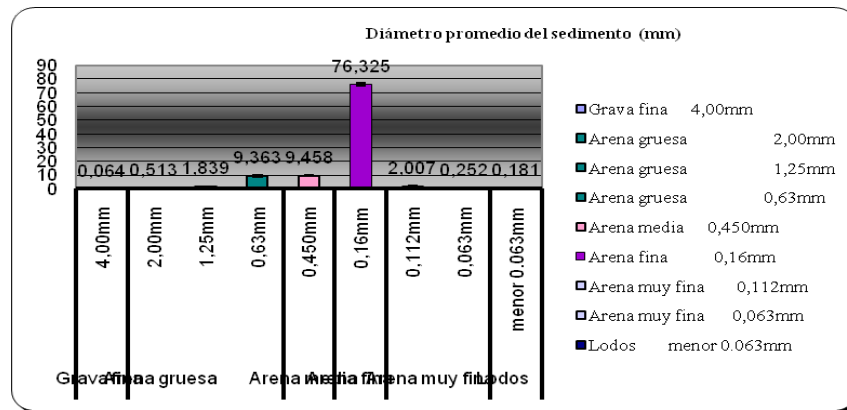
Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Tabla 7. Estadísticos principales para las variables edáficas (tipo y temperatura del sedimento) registradas para las estaciones y estratos. Playa Arrecifes-PNNT, 2005

| A. Edáfico |   |          | E1          |       |        |       | E2          |        |        |       | E3          |        |        |       | E4          |        |        |       | E5          |        |        |        |
|------------|---|----------|-------------|-------|--------|-------|-------------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|--------|
| Mes        | Variables                               | Estratos | $\bar{X}$   | DS    | CV (%) | EE    | $\bar{X}$   | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$   | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$   | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$   | DS     | CV (%) | EE     |
| Junio      | Tipo de grano predominante (Arena fina) | V        | 79,247      | 8,073 | 10,187 | 2,018 | 72,951      | 9,678  | 13,266 | 2,499 | Sin reporte |        |        |       | 62,062      | 10,638 | 17,141 | 2,747 | 47,553      | 16,201 | 34,069 | 4,050  |
|            |   | M        | 93,826      | 2,638 | 2,811  | 0,761 | 78,890      | 15,005 | 19,020 | 4,524 | 93,855      | 3,124  | 3,328  | 0,866 | 79,352      | 11,420 | 14,392 | 2,770 | 71,315      | 22,418 | 31,435 | 5,143  |
|            |   | L        | 89,015      | 6,852 | 7,697  | 1,831 | 76,115      | 13,915 | 18,281 | 4,195 | 76,314      | 13,966 | 18,300 | 3,873 | 74,828      | 18,021 | 24,083 | 5,433 | 82,513      | 12,468 | 15,111 | 3,599  |
|            | Temperatura Sedimento (°C)              | V        | 31,306      | 2,866 | 9,070  | 0,695 | 31,789      | 1,592  | 5,010  | 0,398 | Sin reporte |        |        |       | 32,813      | 3,159  | 9,628  | 0,790 | 32,611      | 3,274  | 10,041 | 0,819  |
|            |   | M        | 31,789      | 2,685 | 8,446  | 0,651 | 32,322      | 2,564  | 7,933  | 0,641 | 30,553      | 2,967  | 9,711  | 0,742 | 33,000      | 2,706  | 8,201  | 0,677 | 32,500      | 3,044  | 9,366  | 0,761  |
|            |   | L        | 30,5        | 2,432 | 7,832  | 0,590 | 30,389      | 1,779  | 5,853  | 0,445 | 29,342      | 2,897  | 9,872  | 0,724 | 30,694      | 2,766  | 9,012  | 0,692 | 30,694      | 2,619  | 8,531  | 0,655  |
| Julio      | Tipo de grano predominante (Arena fina) | V        | 82,879      | 2,793 | 3,370  | 1,397 | 56,195      | 10,637 | 18,930 | 5,319 | Sin reporte |        |        |       | 64,799      | 6,712  | 10,359 | 3,356 | 60,852      | 20,708 | 34,030 | 6,903  |
|            |   | M        | 93,111      | 1,589 | 1,706  | 0,711 | 75,120      | 9,473  | 12,610 | 4,236 | 81,239      | 9,491  | 11,683 | 4,245 | 78,901      | 11,951 | 15,147 | 5,976 | 69,538      | 21,775 | 31,314 | 10,888 |
|            |   | L        | 83,111      | 0,784 | 0,943  | 0,351 | 80,592      | 5,356  | 6,646  | 3,787 | 87,311      | 6,410  | 7,341  | 3,205 | 83,457      | 10,912 | 13,075 | 4,880 | 80,473      | 7,889  | 9,803  | 3,944  |
|            | Temperatura Sedimento (°C)              | V        | 31,850      | 2,430 | 7,630  | 0,589 | 32,017      | 2,290  | 7,154  | 0,556 | Sin reporte |        |        |       | 33,765      | 2,773  | 8,214  | 0,673 | 33,650      | 2,922  | 8,685  | 0,709  |
|            |   | M        | 33,383      | 3,176 | 9,513  | 0,770 | 33,361      | 2,267  | 6,797  | 0,550 | 33,183      | 3,209  | 9,671  | 0,778 | 34,776      | 1,915  | 5,507  | 0,465 | 34,156      | 1,809  | 5,295  | 0,439  |
|            |   | L        | 28,322      | 2,628 | 9,280  | 0,637 | 28,322      | 1,303  | 4,601  | 0,316 | 29,139      | 1,901  | 6,522  | 0,461 | 27,912      | 1,698  | 6,083  | 0,412 | 28,550      | 1,557  | 5,453  | 0,378  |
| Agosto     | Tipo de grano predominante (Arena fina) | V        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            |   | M        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            |   | L        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            | Temperatura Sedimento (°C)              | V        | 33,091      | 3,910 | 11,817 | 1,237 | 30,000      | 2,086  | 6,952  | 0,660 | Sin reporte |        |        |       | 33,227      | 3,817  | 11,487 | 1,207 | 32,318      | 3,566  | 11,033 | 1,128  |
|            |   | M        | 34,727      | 4,633 | 13,342 | 1,465 | 33,727      | 3,731  | 11,061 | 1,180 | 32,500      | 4,447  | 13,684 | 1,406 | 33,591      | 4,454  | 13,260 | 1,409 | 34,864      | 4,534  | 13,004 | 1,434  |
|            |   | L        | 28,455      | 2,953 | 10,379 | 0,934 | 27,727      | 2,978  | 10,740 | 0,942 | 27,850      | 2,819  | 10,122 | 0,891 | 28,091      | 2,107  | 7,502  | 0,666 | 27,773      | 2,453  | 8,833  | 0,776  |
| Septiembre | Tipo de grano predominante (Arena fina) | V        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            |   | M        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            |   | L        | Sin reporte |       |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |       | Sin reporte |        |        |        |
|            | Temperatura Sedimento (°C)              | V        | 33,091      | 3,910 | 11,817 | 1,237 | 30,000      | 2,086  | 6,952  | 0,660 | Sin reporte |        |        |       | 33,227      | 3,817  | 11,487 | 1,207 | 32,318      | 3,566  | 11,033 | 1,128  |
|            |   | M        | 34,727      | 4,633 | 13,342 | 1,465 | 33,727      | 3,731  | 11,061 | 1,180 | 32,500      | 4,447  | 13,684 | 1,406 | 33,591      | 4,454  | 13,260 | 1,409 | 34,864      | 4,534  | 13,004 | 1,434  |
|            |   | L        | 28,455      | 2,953 | 10,379 | 0,934 | 27,727      | 2,978  | 10,740 | 0,942 | 27,850      | 2,819  | 10,122 | 0,891 | 28,091      | 2,107  | 7,502  | 0,666 | 27,773      | 2,453  | 8,833  | 0,776  |



**6.2.2.1 Tamaño del sedimento:** según los datos obtenidos es posible evidenciar que esta playa presenta un tipo de grano en el sedimento que se clasifica dentro de Arenas finas (Figura 13), además se encuentra bien clasificado puesto que sus partículas son bastante homogéneas entre sí y al tocarlo se puede notar la suavidad, también a simple vista no se observa gran disimilitud entre estos como lo expresan los resultados expuestos en seguida; además presenta una tonalidad grisácea, muy suave y fina en comparación con playas aledañas como “La Gumarra” y “Arenilla” cuyos granos tienden a ser más gruesos y de una tonalidad más amarilla.



**Figura 13.** Distribución general del tamaño del grano del sedimento de la playa Arrecifes, indicando el % predominante para dicha playa para el presente estudio, donde el eje X representa los diámetros de cada tamiz (mm) y el eje Y el porcentaje presentado en cada uno de los respectivos tamices.

La Figura 13 muestra el porcentaje de retención de los diferentes tamaños de grano (mm) en la columna de tamices para todas las muestras recolectadas durante los meses de muestreo, evidenciando cómo el tamiz con ojo de malla de 0,160mm correspondiente a arenas finas según la clasificación de Wenworth (1922) fue el más representativo para las muestras recolectadas, pues reporta un valor de 76,33%  $\pm$  1,03, con un coeficiente de variación (CV) de 21,987% (Tabla 8) que por ser inferior al 30% expresa una alta concentración de los datos hacia esta clasificación (<http://www.dieumsnh.qfb.umich.mx/estadistica/coefvariacion.htm>).



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Tabla 8.** Expresa los %CV de cada uno de los tamices utilizados en la columna eléctrica (Rota-Tap) para el análisis granulométrico

| % CV | Grava fina | Arena gruesa |         |         | Arena media | Arena fina | Arena muy fina |         | Lodos   |
|------|------------|--------------|---------|---------|-------------|------------|----------------|---------|---------|
|      | 4,00mm     | 2,00mm       | 1,25mm  | 0,63mm  | 0,450mm     | 0,16mm     | 0,112mm        | 0,063mm | 0.063mm |
|      | 349,988    | 200,859      | 144,245 | 108,457 | 67,947      | 21,987     | 90,618         | 166,361 | 131,782 |

En concordancia, los resultados obtenidos en el análisis de sedimento por medio del software SFT versión 2.19,0165 realizado para los meses de junio y julio en cada uno de los estratos indican que el tipo de arena fina prevaleció y además fue el que presentó menor variación entre sus partículas (Tabla 8). Es así como la Tabla 9 evidencia que durante el mes de junio esta playa presenta un sedimento predominado por arenas finas seguido de arenas medias pues los valores  $\Phi$  más representativos están entre 2,054 y 1,734 (Wentworth, 1922) presentando el menor valor ZV lo cual indica que esta zona presenta un tipo de grano levemente más grueso que las demás (arena media) (Tabla 2); de igual manera se evidencia que en general el sedimento de esta playa para ZM y ZL se halla bien clasificado o seleccionado ya que en promedio la desviación gráfica inclusiva (DGI) se encuentra entre los rangos correspondientes a una buena clasificación o selección (0,36-0,50) indicando de esta manera que este es un sedimento con poca dispersión de sus valores granulométricos (Toldo, 1994), es decir, que el tamaño promedio de todas sus partículas es similar; aunque para ZV se observa un poco más de dispersión entre las partículas pues su clasificación fue moderada (0,697), ver (Figura 14).

**Tabla 9.** Análisis granulométrico por estratos para la playa Arrecifes, PNNT 2005 durante el mes de junio; Mz: phi media; DGI: Desviación gráfica inclusiva; SKI: Asimetría; KG: curtosis gráfica

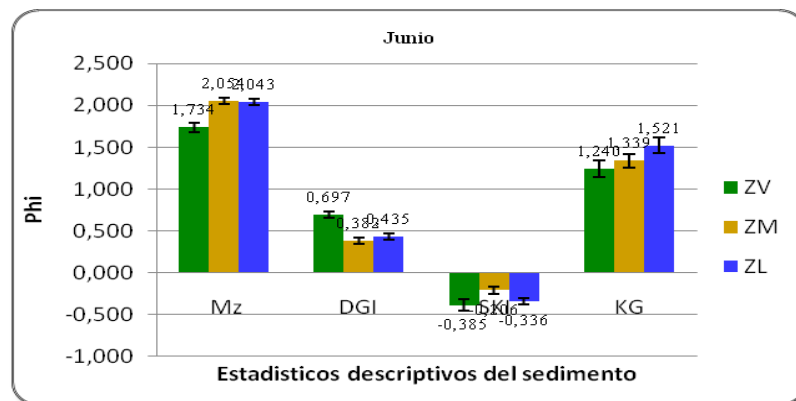
| JUNIO    |                      |                                |                    |                           |
|----------|----------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Estratos | Mz                   | DGI                            | SKI                | KG                        |
| ZV       | 1,734<br>Arena Media | 0,697<br>Mte. Bien clasificado | -0,385<br>Negativa | 1,240<br>Leptocurtica     |
| ZM       | 2,054<br>Arena Fina  | 0,382<br>Bien clasificado      | -0,206<br>Negativa | 1,339<br>Leptocurtica     |
| ZL       | 2,043<br>Arena Fina  | 0,435<br>Bien clasificado      | -0,336<br>Negativa | 1,521<br>Muy leptocurtica |

La clasificación o selección es una propiedad que determina en gran medida la porosidad de una roca y por lo tanto su comportamiento frente a la circulación del agua tanto superficial como



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

subterránea (Figura 8) (Trujillo, 2006), así mismo se relaciona con el tipo de sedimento siendo más poroso entre más fino sea este (Hulings & Gray, 1971, EN: Oliva & Marinkovic, 2005). De igual modo esta cualidad indica la distancia de transporte de la partícula, ya que un sedimento bien clasificado revela un transporte largo que permite la selección gradual en tamaño de las partículas (Trujillo, 2006). También presenta gran influencia en el proceso de incubación ya que es la que va a permitir o no el apropiado intercambio gaseoso para el óptimo desarrollo de los embriones, relacionándose con la distribución del oxígeno entre los espacios intersticiales y estos, así entre más finas las partículas mayor probabilidad de compactación de la arena lo cual puede reducir la difusión del oxígeno, el drenaje y/o la emergencia de las crías de los nidos (Arzola, 2007). Así mismo, interviene en la humedad y temperatura del sedimento y juega un papel importante en la retención de líquidos durante lluvias o incremento de mareas, ya que suelos con texturas finas como es el caso de esta playa retienen fuertemente el agua y además al ser expuestos a fuertes lluvias las gotas de agua colaboran en la compactación de la capa superficial del sedimento impidiendo la emergencia de los neonatos (Maass, 2007) lo cual se evidencio para N4, nidada que estuvo sometida a largos y fuertes períodos de lluvias y al momento de realizar la exhumación se corroboró lo anterior, pues las crías no lograron salir del nido encontrándose en algunos casos muertas fuera de los cascarones, pues a simple vista fue posible evidenciar que el sedimento se encontraba más compactado de lo usual por lo que es muy probable que se hubiesen asfixiado antes de lograr emerger; mientras que la mayoría de las crías presentaron interrupción de su desarrollo en estadios avanzados, debido muy probablemente a la alta humedad presente en la cámara de incubación relacionada a la inundación presentada.







*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Figura 14.** Análisis granulométrico por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media; ZL: Zona de Lavado) durante el mes de Junio 2005, Playa Arrecifes, PNNT. Estadísticos descriptivos: Mz: phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría gráfica inclusiva; KG: curtosis gráfica (angulosidad).

Con relación a la asimetría (SKI) se observa que en todos los casos esta fue negativa expresando que existe una mejor clasificación de los elementos finos (Trujillo, 2006), es decir, una asimetría gruesa (Oliva & Marinkovic, 2005); este estadístico indica la contaminación de un sedimento por otro, así las muestras fuertemente asimétricas son el resultado de la mezcla de dos o más ambientes sedimentarios (UNPSJB, 2005). Finalmente la curtosis o angulosidad demuestra que esta playa de acuerdo a los valores arrojados tanto para ZV como para ZM presenta gráficas leptocúrticas ya que se encuentra dentro de estos rangos (1,11-1,49), mientras ZL es considerada muy leptocúrtica por presentar valores superiores (Tabla 9); curvas mesocúrticas, leptocúrticas o muy leptocúrticas (como se aprecia en este caso) indican un sedimento poco disperso, o sea, que esta variable también indica grado de selección (UNPSJB, 2005).

Para el mes de julio (Tabla 10) se aprecian las mismas tendencias en las cuales para ZM y ZL prevalecen las arenas finas mientras que para ZV las arenas medias son las más representativas. Con respecto a la clasificación se observa que se mantienen los mismos patrones para ZV y ZM aunque ZL presentó durante este mes un poco más de dispersión entre sus partículas ya que se encontró moderadamente bien clasificado.

**Tabla 10.** Análisis granulométrico por estratos para la playa Arrecifes, PNNT 2005 durante el mes de julio; Mz: phi media; DGI: Desviación gráfica inclusiva; SKI: Asimetría; KG: curtosis gráfica

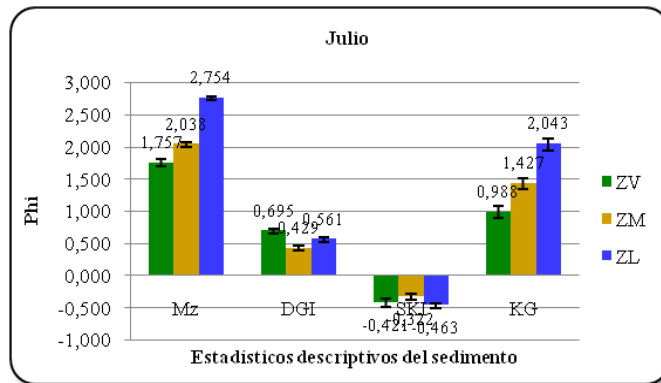
| JULIO    |                      |                                |                        |                           |
|----------|----------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Estratos | Mz                   | DGI                            | SKI                    | KG                        |
| ZV       | 1,757<br>Arena Media | 0,695<br>Mte. Bien clasificado | -0,421<br>Muy negativa | 0,988<br>Mesocúrtica      |
| ZM       | 2,038<br>Arena Fina  | 0,429<br>Bien clasificado      | -0,322<br>Muy negativa | 1,427<br>Leptocúrtica     |
| ZL       | 2,754<br>Arenas Fina | 0,561<br>Mte. Bien clasificado | -0,463<br>Muy negativa | 2,043<br>Muy leptocúrtica |

La asimetría paso de ser negativa en el mes de junio a volverse muy negativa durante julio indicando la predominancia de fracciones finas (UNPSJB, 2005); mientras que la curtosis se mantuvo estable para ZM y ZL y en el caso de ZV paso de leptocúrtica a mesocúrtica lo cual posiblemente se explique puesto que aunque se intentó tomar las muestras de sedimento de los mismos puntos exactos estos



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

en la práctica no fue del todo posible, existiendo variaciones entre los puntos tomados; sin embargo, estas variaciones no son significativas, pues siguen indicando que son muestras con sedimento muy poco disperso (Figura 15).



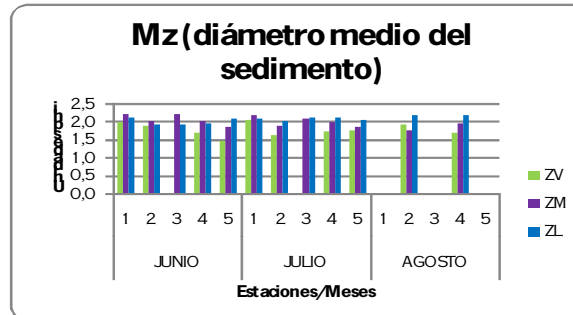
**Figura 15.** Análisis granulométrico por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media; ZL: Zona de Lavado) durante el mes de Junio 2005, Playa Arrecifes, PNNT. Estadísticos descriptivos: Mz: phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría gráfica inclusiva; KG: curtosis gráfica (angulosidad).

Por otro lado en la Figura 16 se observa que la diferencia del tamaño promedio del grano en unidades phi ( $\Phi$ ) entre los estratos de las estaciones aunque presenta ciertas diferencias estas no son muy marcadas; es así como durante el mes de junio es posible apreciar que en su mayoría las cinco estaciones y sus respectivos estratos mantuvieron valores alrededor de 2  $\Phi$  indicando arenas finas, presentando los menores reportes E4 y E5 para ZV con 1,707 y 1,471  $\Phi$  respectivamente mostrando arenas ligeramente mas gruesas (arenas medias), ZM presentó valores un poco superiores para E1, E2, E3 y E4 (2,210; 2,012; 2,198 y 2,023  $\Phi$  respectivamente) demostrando también presencia de arenas finas; con respecto a ZL E1 y E5 revelaron las mismas tendencias (2,121 y 2,069  $\Phi$  correspondientemente), las demás estaciones obtuvieron valores ligeramente por debajo de 2  $\Phi$ . Para julio, se evidencian pequeñas diferencias con respecto al mes anterior siendo las más evidentes las indicadas en ZV para E5 y E2, pues la primera pasó de 1,471 a 1,756  $\Phi$  mientras que la segunda de 1,898 a 1,633  $\Phi$ , aunque estos cambios no expresan cambios con respecto al tipo de grano; para ZM en general se evidenciaron pequeñas reducciones en todas las estaciones a excepción de E5 que expresó una tendencia estable; por su parte ZL demostró pequeños incrementos no muy significativos para E2, E3 y E4, mientras que E1 y E5 revelaron leves disminuciones en sus valores  $\Phi$  no implicando serios cambios en el tamaño del grano. Durante el



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

mes de agosto los registros fueron escasos por lo que solo se expresan reportes para E2 y E4 en los cuales es posible determinar un incremento en ZV para E2 pasando de 1,633 a 1,910  $\Phi$ , E4 presenta un muy leve decrecimiento (de 1,740 a 1,710  $\Phi$ ); ZM por su parte expresa una reducida disminución para E2 y E4 no expresando cambios en el tipo de arena (arenas finas), mientras que ZL demostró por su parte pequeños incrementos en estas dos estaciones (Tabla 11).



**Figura 16.** Diámetro promedio del sedimento en unidades  $\Phi$  para cada uno de los estratos de las cinco estaciones muestreadas

Así, pues se evidencian los mayores cambios para ZV (de junio a julio), lo cual no se esperaba, pues esta es la zona que menos dinámica presenta y los cambios que allí se presenten se deberán más a influencia de fuertes vientos que traen sedimentos, y a posibles diferencias en los puntos de los cuales se tomaron las muestras de una toma a otra, pues los lugares exactos no se marcaron y a pesar que se trató de tomar cada muestra del mismo sitio pudieron existir diferencias de algunos centímetros de distancia, lo cual pudo colaborar en dichos cambios. Con respecto a las variaciones encontradas en ZM estas se pueden explicar por incrementos de marea que muy seguramente aportaron sedimentos provenientes de ZL; mientras que las encontradas en ZL son mucho más fáciles de explicar ya que esta es una zona que está en constante cambio y dinámica y aunque el tipo de sedimentos no evidenciaron cambios bruscos, constantemente se están mezclando y recibiendo sedimentos del mar.



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Tabla 11.** Estadísticos del análisis granulométrico por estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4, Estación 5) y estratos (ZV, ZM, ZL) para los meses de junio y julio. Mz: promedio o phi media; DGI: desviación gráfica inclusiva (clasificación); SKI: asimetría inclusiva; KG: curtosis gráfica (angulosidad). Playa Arrecifes-PNNT, 2005

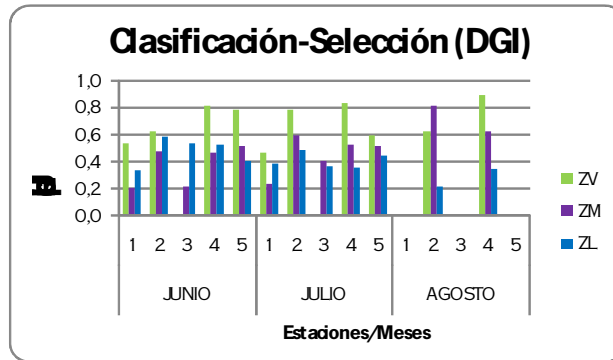
|       |     | Junio    |        |        |        |
|-------|-----|----------|--------|--------|--------|
|       |     | Promedio |        |        |        |
|       |     | ZV       | ZM     | ZL     |        |
| JUNIO | Mz  | 1        | 1,990  | 2,210  | 2,121  |
|       |     | 2        | 1,898  | 2,012  | 1,936  |
|       |     | 3        |        | 2,198  | 1,926  |
|       |     | 4        | 1,707  | 2,023  | 1,945  |
|       |     | 5        | 1,471  | 1,869  | 2,069  |
|       | DGI | 1        | 0,535  | 0,212  | 0,338  |
|       |     | 2        | 0,621  | 0,473  | 0,587  |
|       |     | 3        |        | 0,222  | 0,535  |
|       |     | 4        | 0,810  | 0,466  | 0,521  |
|       |     | 5        | 0,780  | 0,517  | 0,404  |
|       | SKI | 1        | -0,467 | 0,048  | -0,246 |
|       |     | 2        | -0,523 | -0,310 | -0,468 |
|       |     | 3        |        | -0,009 | -0,423 |
|       |     | 4        | -0,587 | -0,391 | -0,332 |
|       |     | 5        | -0,070 | -0,334 | -0,323 |
| KG    | 1   | 1,777    | 0,925  | 1,506  |        |
|       | 2   | 1,601    | 1,562  | 1,782  |        |
|       | 3   |          | 1,012  | 1,172  |        |
|       | 4   | 1,013    | 1,585  | 1,340  |        |
|       | 5   | 0,876    | 1,675  | 1,478  |        |
| JULIO | Mz  | 1        | 2,050  | 2,192  | 2,078  |
|       |     | 2        | 1,633  | 1,904  | 2,025  |
|       |     | 3        |        | 2,076  | 2,115  |
|       |     | 4        | 1,740  | 1,985  | 2,114  |
|       |     | 5        | 1,756  | 1,869  | 2,038  |
|       | DGI | 1        | 0,468  | 0,236  | 0,386  |
|       |     | 2        | 0,785  | 0,596  | 0,485  |
|       |     | 3        |        | 0,408  | 0,368  |
|       |     | 4        | 0,828  | 0,523  | 0,358  |
|       |     | 5        | 0,597  | 0,517  | 0,445  |
|       | SKI | 1        | -0,325 | -0,074 | -0,308 |
|       |     | 2        | -0,448 | -0,568 | -0,430 |
|       |     | 3        |        | -0,330 | -0,350 |
|       |     | 4        | -0,673 | -0,440 | -0,138 |
|       |     | 5        | -0,274 | -0,334 | -0,435 |
| KG    | 1   | 1,473    | 1,122  | 1,362  |        |
|       | 2   | 0,850    | 1,692  | 1,905  |        |
|       | 3   |          | 1,518  | 1,648  |        |
|       | 4   | 1,018    | 1,508  | 1,036  |        |
|       | 5   | 0,904    | 1,675  | 1,540  |        |

Respecto al análisis por estratos de cada estación y de cada mes para DGI (clasificación o selección), se observa que durante el mes de junio ZV se encuentra entre moderadamente bien



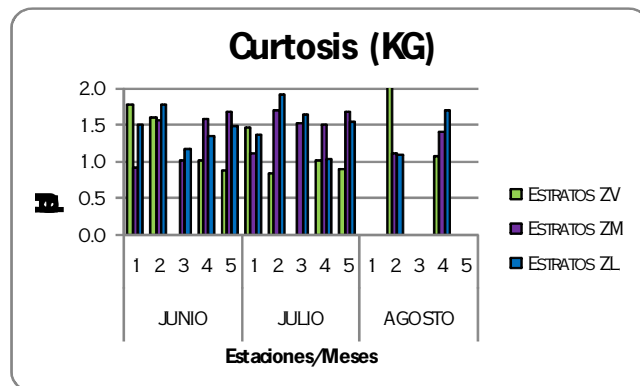
### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

clasificadas (m.b.c) y moderadamente clasificadas (m.c) (Tabla 3 y Figura 17), donde E4 presenta el mayor valor (0,810  $\Phi$ ) seguida de E5 (0,780  $\Phi$ ) siendo estas las estaciones m.c, mientras que los registros de E1 y E2 (0,535 y 0,621  $\Phi$  respectivamente) las incluye dentro de sedimentos m.b.c; ZM por su parte presenta mayores oscilaciones (entre 0,212-0,517  $\Phi$ ), por lo que en este estrato se encuentran estaciones desde muy bien clasificadas (M.B.C) hasta m.b.c exhibiendo partículas más similares u homogéneas que el estrato anterior (ZV), hallándose la mayor homogeneidad para E1 y E3 (0,212 y 0,222  $\Phi$  correspondientemente) M.B.C, seguida por E4 y E2 (0,466 y 0,473  $\Phi$  respectivamente) Bien Clasificadas (B.C) y finalmente E5 (0,517  $\Phi$ ) perteneciendo a m.b.c; con respecto a ZL la estación que presentó mejor clasificación fue E1 (0,338  $\Phi$ ) incluyéndose dentro de muestras M.B.C, seguida de E5 (0,404  $\Phi$ ) (B.C), mientras que E2, E3 y E4 pertenecieron a m.b.c. Para el mes de julio, el comportamiento evidenciado indica la existencia de ciertas diferencias en las estaciones y estratos, de esta manera ZV expresa incrementos en los valores para E2 y E4 pasando a 0,785 y 0,828  $\Phi$  respectivamente (Figura 17), con lo cual E2 pasó de ser m.b.c a m.c evidenciando mayor diferencia en el tamaño de sus partículas, mientras que E4 a pesar de incrementar su valor sigue con la misma clasificación del mes anterior, E1 y E5 exhibieron disminución en sus resultados, donde la primera pasó a clasificarse B.C (0,468  $\Phi$ ) y la segunda como m.b.c presentando mayor uniformidad en sus partículas; de otro lado las diferencias más representativas para ZM fueron identificadas en E2, E3 y E4, donde la primera paso a clasificarse como m.b.c, la segunda que fue la que mayor cambio evidenció paso de M.B.C a B.C, y por último E4 paso a m.b.c, las otras dos estaciones (E1 y E5) mantuvieron la clasificación presentada anteriormente; finalmente para ZL se observan diferencias en cuanto a clasificación para las estaciones E2, E3 y E4, donde estas tres pasaron a clasificarse como sedimentos B.C, las dos estaciones restantes como en el caso de ZM mantuvieron la clasificación del mes anterior. Para agosto se observan mayores diferencias entre los estratos de las dos estaciones reportadas (E2 y E4), ZV solo evidenció cambios de selección para E2 pasando a m.b.c mientras que ZM presentó variaciones para las dos estaciones, donde E2 y E4 pasaron de ser B.C a m.c y m.b.c respectivamente; finalmente para ZL E2 paso a identificarse como M.B.C, presentando mayor similitud entre sus partículas, mientras que E4 mantuvo la clasificación presentada en junio. Los datos de curtosis gráfica (KG) (Figura 18) también son índices de selección por lo que expresan en general lo mismo que DGI (Tabla 11).



**Figura 17.** Comportamiento de la clasificación (desviación gráfica inclusiva) para cada estación y sus respectivos estratos durante los meses de junio y julio (y dos estaciones del mes de agosto) en la playa Arrecifes, PNNT, 2005.

Los resultados de este estadístico (DGI) indican claramente que esta playa aunque presentó variaciones entre estratos y estaciones en general refleja un tipo de sedimento con partículas poco dispersas entre si, es decir, que son uniformes encontrándose muy cercanas al valor central (media) sin mayor diferencia entre estas. Esta característica a su vez se encuentra hidráulicamente controlada (transporte de sedimentos), existiendo la tendencia general que sedimentos de tamaño de grano fino se encuentren de moderadamente a muy bien clasificados como se evidencia en los resultados anteriores (Cupul *et. al*, 2006)



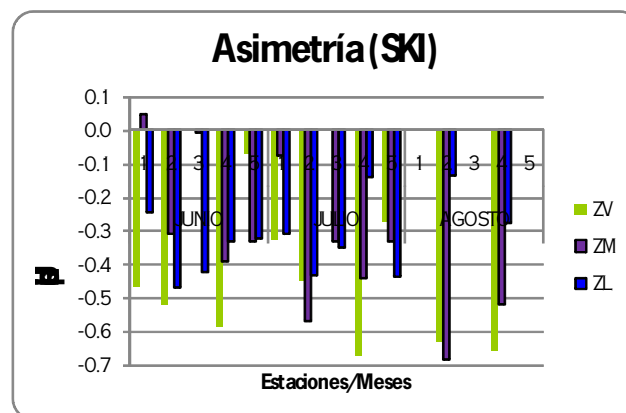
**Figura 18.** Curtosis gráfica inclusiva, para las cinco estaciones durante los meses de junio y julio, el mes de agosto solo presenta reportes para E2 y E4

Respecto a la asimetría (SKI) se observa que para el mes de junio ZV presento oscilaciones entre -0,070 y -0,587  $\Phi$  presentando en menor valor E5 y el mayor E4, las demás estaciones presentan



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

valores inferiores pero cercanos a los reportados por E4, es así como E1 reporta valores de  $-0,467 \Phi$  y E2 de  $0,523 \Phi$  (Figura 19); ZM por su parte presenta el único reporte positivo para este estadístico registrándose en E1 ( $0,048 \Phi$ ), las demás estaciones mostraron valores negativos entre  $-0,009$  y  $0,391 \Phi$  (E2:  $-0,310$ ; E3:  $-0,009$ ; E4:  $0,391$ ; E5:  $0,334 \Phi$ ); ZL mientras tanto al igual que ZV presentó para todas las estaciones valores negativos aunque con menores oscilaciones entre  $-0,246$  y  $-0,468$  (E1 y E2 respectivamente). Para el mes de julio, ZV mostró el mayor cambio en E5, pues pasó de  $-0,070$  a  $-0,274$  sin embargo esta cambio de valor no indica cambio en cuanto asimetría pues esta sigue siendo negativa, las demás estaciones también presentaron cambios en sus valores más no en su tipo de asimetría siendo esta siempre negativa y fluctuando entre  $-0,673$  y  $-0,325$ ; para ZM el mayor cambio se evidencia en E3 pues paso de  $-0,099$  a  $-0,330$ , E1 sin embargo, a pesar que el cambio de valor no es muy amplio si es más significativo pues pasó de ser un valor positivo a un valor uno negativo (Tabla 11) y (Figura 19), las demás estaciones continuaron presentando asimetría negativa con algunas variaciones a excepción de E5 que mantuvo su valor estable; finalmente ZL también mantuvo su tendencia a la asimetría negativa para las cinco estaciones aunque también presentó algunas variaciones poco relevantes. Con respecto a E2 y E4 durante el mes de agosto se observan los más amplios cambios de valor para E2 no implicando sin embargo cambios en su tipo de asimetría (negativa). Por lo anterior es posible notar que en general (aunque con pocas excepciones) el estrato que presentó mayor asimetría negativa fue ZV, seguido por ZM y por último ZL.



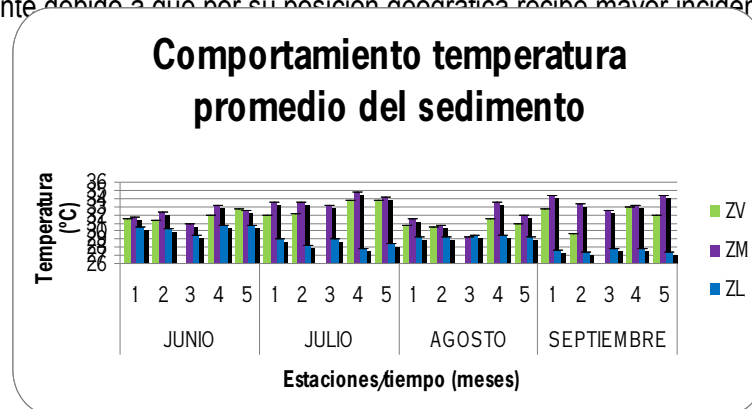
**Figura 19.** Asimetría gráfica inclusiva para las cinco estaciones (E1, E2, E3, E4 y E5) y sus respectivos estratos (ZV, ZM, ZL) para los meses de junio y julio, playa Arrecifes-PNNT, 2005.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

En resumen, estos resultados indican que esta playa presenta un tipo de grano fino con tendencia hacia asimetría negativa, es decir, con predominio de fracciones gruesas lo cual significa que aunque la mayoría de las partículas corresponden a arenas finas, existe una pequeña proporción de granos un poco más gruesos que hacen que la cola de la curva se desplace hacia la sección negativa.

**6.2.2.2 Temperatura del sedimento:** en la Figura 20 se puede observar el comportamiento presentado por este factor durante los cuatro meses de muestreo para cada estrato en las diferentes estaciones, evidenciándose que en ZV durante junio los valores fluctuaron entre  $31,222\pm 0,375$  y  $32,611\pm 0,772^{\circ}\text{C}$ , encontrándose el mínimo en E2 y el máximo E5. Para el mes de julio la temperatura promedio del sedimento de esta zona se incrementó especialmente en E4 y E5, pasando la primera de  $31,900\pm 0,745$  a  $33,765\pm 0,763^{\circ}\text{C}$  y alcanzando la segunda los  $33,650\pm 0,689^{\circ}\text{C}$  (Tabla 7). En agosto se obtuvieron los menores registros para las cinco estaciones en el rango de  $30,500\pm 0,289$  a  $31,500\pm 0,289^{\circ}\text{C}$  (E2 y E4 respectivamente). Con respecto al mes de septiembre se aprecia nuevamente un incremento en todas las estaciones a excepción de E2. Cabe resaltar que si bien no se observó una tendencia particular en el comportamiento de este factor a lo largo de ZV (comparando las diferentes estaciones) si se pudo apreciar que el costado Este de la playa (que contiene E4 y E5) exhibió siempre los mayores valores, posiblemente debido a que por su posición geográfica recibe mayor incidencia lumínica.



**Figura 20.** Comportamiento de la temperatura promedio del sedimento durante el período de muestreo (junio-septiembre, 2005) por estratos y estaciones.





## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Por su parte ZM reportó los mayores valores entre las zonas para todos los meses y todas las estaciones, es así como durante junio E4 y E5 alcanzaron las temperaturas promedio más altas con  $33,000\pm 0,638$  y  $32,500\pm 0,717$ , respectivamente, mientras que E3 obtuvo la menor con  $30,553\pm 0,681$  (Tabla 7). Para julio se apreciaron incrementos en todas las estaciones sobre todo en E5 que paso a registrar  $34,156\pm 0,426^{\circ}\text{C}$ , aunque el mayor valor lo presentó E4 con  $34,776\pm 0,465^{\circ}\text{C}$ ; las otras estaciones (E1, E2 y E3) estuvieron alrededor de los  $33^{\circ}\text{C}$ . Para el mes de agosto se evidenciaron las menores temperaturas, teniendo E3 el menor registro ( $29,333\pm 0,167^{\circ}\text{C}$ ), seguida por E2 ( $30,367\pm 0,167^{\circ}\text{C}$ ), E1 ( $31,500\pm 0,289^{\circ}\text{C}$ ), E4 ( $31,833\pm 0,375^{\circ}\text{C}$ ) y por último E5 con  $32,00\pm 0,500^{\circ}\text{C}$ . Finalmente en septiembre se aprecian nuevos incrementos en este factor con valores que oscilaron entre  $32,500\pm 1,406$  y  $34,864\pm 1,367^{\circ}\text{C}$  siendo esta última también la mayor temperatura del sedimento registrada a lo largo de todo el período de estudio; de forma similar durante este mes se evidenciaron las mayores diferencias entre ZV y ZM. De manera general y aunque sin ser una tendencia muy marcada, se observó que de junio a septiembre las estaciones contenidas en los costados (Oeste y Este) registraron mayores temperaturas que en las centrales, respondiendo quizás a la forma cóncava de la playa y a la distribución y tipo de vegetación que la circunda, coincidiendo los más altos valores con las áreas más despejadas.

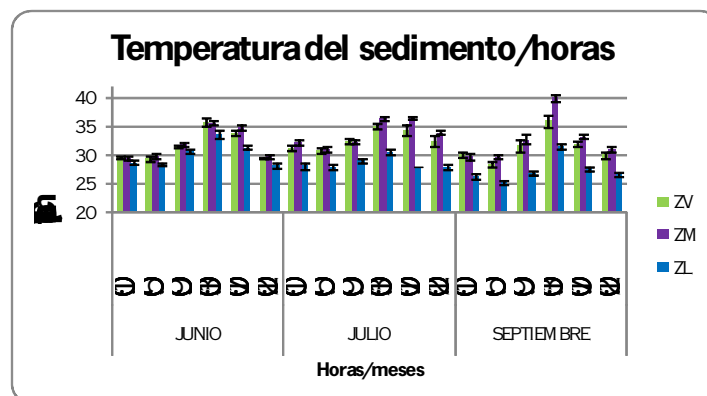
En las diferentes estaciones, ZL presentó siempre las menores temperaturas; en junio los valores fluctuaron entre  $29,342\pm 0,724^{\circ}\text{C}$  (E3) y  $30,694\pm 0,655$  (E5). Durante el mes de julio al contrario de lo expresado para los otros estratos, se evidenció una disminución en la temperatura del sedimento (Figura 20; Tabla 7) con un valor mínimo en E1 y E2 de  $28,322\pm 0,620^{\circ}\text{C}$  y  $28,322\pm 0,307^{\circ}\text{C}$  respectivamente, mientras que E3 obtuvo el máximo con  $29,139\pm 0,448^{\circ}\text{C}$ . Para agosto se presentaron algunos incrementos aunque la temperatura mínima fue inferior a la del mes anterior, así pues E1 y E2 aumentaron en aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  pasando a  $29,333\pm 0,167$ , E3 mientras tanto disminuyó a  $28,250\pm 0,233^{\circ}\text{C}$ , y E4 por su parte alcanzó la mínima temperatura del mes y del estudio en general con  $26,833\pm 0,289^{\circ}\text{C}$ ; y por último E5 evidenció el mayor valor para esta zona con  $31,000\pm 0,167^{\circ}\text{C}$ . En contraste con lo observado para ZM y ZV en septiembre, se evidenció



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

una disminución de la temperatura en las estaciones con excepción de E4 que aumentó a  $28,091 \pm 0,635^{\circ}\text{C}$ .

Con respecto a los registros de temperatura tomados en las diferentes horas del día durante junio, julio y septiembre, se apreció que el comportamiento de este factor iniciaba con altos valores (aunque no fueran los mayores) durante las horas de la mañana (9:00h), momento en que los rayos solares inciden de manera indirecta sobre el sustrato para llegar a alcanzar los mayores incrementos hacia las horas cercanas al medio día (13:00h) cuando se presenta la más alta irradiación. En horas de la tarde (17:00h) aún cuando el suelo ha empezado a enfriarse se registran todavía concentración de calor de horas previas con valores intermedios que al entrar la noche (21:00h) descienden, observándose las menores temperaturas hacia las horas de la madrugada entre la 1:00 y 5:00h (Figura 21).



**Figura 21.** Comportamiento de la temperatura del sedimento para las diferentes horas registradas durante los meses de junio, julio y septiembre y para los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL).

Para determinar si existían diferencias entre cada una de las horas de muestreo (1:00h, 5:00h, 9:00h, 13:00h, 17:00h, 21:00h) se verificó la homogeneidad de varianzas entre los diferentes datos para cada uno de los estratos por medio del Test de Bartlett's (B) y, al no ser paramétricos, se prosiguió a aplicar el Test de Kruskal-Wallis (H) para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas; las cuales llevaron a la utilización del test de Duncan para demostrar grupos homogéneos y diferencias entre pares de variables (en este caso entre horas) (Tabla 12).



**Tabla 12** Test de homogeneidad de varianzas de Bartlett's (B) con el respectivo valor de la prueba, así como su p-Value; Test de Kruskal-Wallis (H) con su valor y su respectivo p-Value con 95% de confiabilidad; para los reportes de la temperatura del sedimento en las diferentes horas: Junio y Julio (1h, 5h, 9h, 13h, 17h, 21h), Septiembre (9h, 13h, 17h, 21h). Playa Arrecifes PNNT, 2005

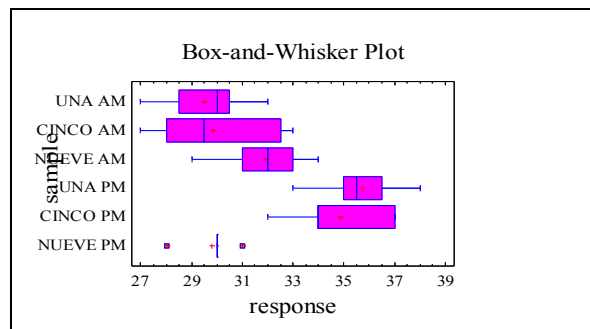
| Estratos | JUNIO |          |        |          | JULIO |          |        |          | SEPTIEMBRE |         |        |          |
|----------|-------|----------|--------|----------|-------|----------|--------|----------|------------|---------|--------|----------|
|          | B     | p-Value  | H      | p-Value  | B     | p-Value  | H      | p-Value  | B          | p-Value | H      | p-Value  |
| ZV       | 1,402 | 6,48E-10 | 53,396 | 2,79E-10 | 1,193 | 0,050    | 27,970 | 3,69E-05 | 1,439      | 0,011   | 15,902 | 1,19E-03 |
| ZM       | 1,087 | 0,228    | 66,512 | 0,000    | 1,098 | 0,182    | 64,930 | 1,16E-12 | 1,324      | 0,013   | 30,091 | 8,13E-07 |
| ZL       | 1,300 | 6,10E-04 | 56,366 | 6,83E-11 | 1,498 | 7,76E-06 | 31,900 | 6,22E-06 | 1,143      | 0,162   | 29,756 | 1,55E-06 |

El análisis demuestra que en el mes de junio, las temperaturas de ZV no presentaron homogeneidad de varianzas entre si (p-Value inferior a 0,05) y al aplicar Kruskal-Wallis (H= 53,396; P= 2,79E<sup>-10</sup>; GL= 5) (Tabla 12), se evidencia que todas las horas (o por lo menos algunas de ellas) muestran diferencias en las temperaturas del sedimento (p-Value <0,05) lo cual también se puede apreciar con el test de Duncan donde es notorio que las horas mas semejantes entre sí son las 21:00h, 1:00h y 5:00h mientras que la hora del día con mayores diferencias fue las 13:00h (Figura 22 a); simultáneamente se corroboró que los pares de horas que no presentaron diferencias estadísticas fueron: 1:00h-5:00h; 1:00h-21:00h y 5:00h-21:00h (Cuadro 4, Anexo D), encontrándose significativas relaciones entre los períodos día y noche, es decir, que durante los lapsos en que no hay presencia de rayos solares la temperatura del suelo tiende a ser más estable. Con respecto a ZM del mismo mes se aprecia que si existe homogeneidad de varianzas entre las horas, mientras que el test no paramétrico para identificar esta tendencia entre las muestras (Kruskal-Wallis) expresa diferencias entre las temperaturas del suelo a las diferentes horas del día (H=66,512; P= 0,000; GL=5) evidenciándose tres grupos homogéneos que están conformados por: 1:00h-5:00h-9:00h; 13:00h-17:00h, por último se observa que las 9h se agrupa sola (Figura 22 b); además el test de Duncan muestra que los pares de horas que no presentan contraste entre si son: 1:00h-5:00h; 1:00h-21:00h; 5:00h-21:00h y 13:00h-17:00h; los demás expresan diferencias significativas entre si. Por último ZL no exhibe homogeneidad de varianzas y al igual que en los otros estratos se presentan diferencias entre las diferentes horas del día (H= 56,366; P= 6,83E<sup>-11</sup>; GL= 5) observándose además tres agrupaciones: **1)** 1:00h, 5:00h y 21:00h; **2)** 9:00h y 17:00h, y por último **3)** 9:00h y 17:00h, siendo las 13:00h el momento del día con mayor diferencia entre todas (Figura 22 c),

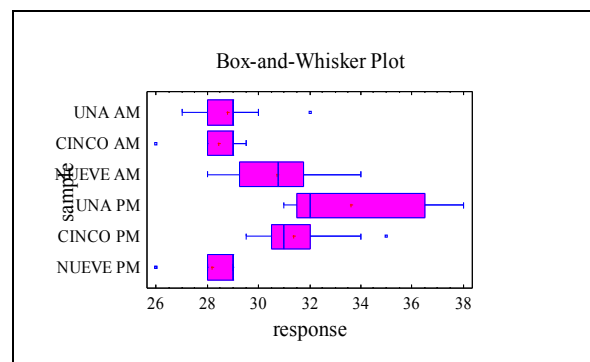


### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

por su parte el test Duncan demuestra que no existen diferencias entre las horas de la madrugada y la noche (1:00h-21:00h; 1:00h-5:00h; 5:00h-21:00h), mientras que durante las horas del día si se tienen variaciones notables.



c)





## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Figura 22.** Esta figura muestra los grupos de horas semejantes entre si para la temperatura del sedimento en el mes de junio. **a)** estrato de vegetación (ZV); **b)** estrato medio (ZM); **c)** estrato de lavado (ZL) durante el mes de junio, playa Arrecifes-PNNT, 2005. Se aprecian tres claras tendencias.

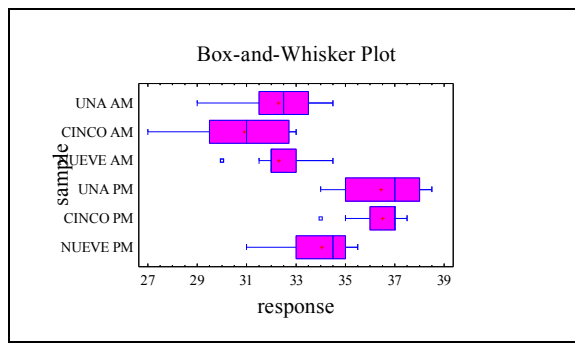
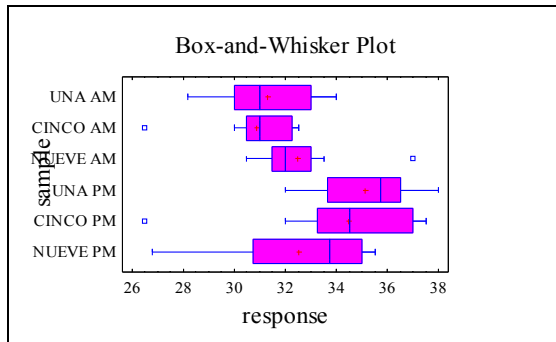
Con respecto al mes de julio, ZV presentó homogeneidad de varianzas y a su vez se evidenciaron diferencias de temperaturas del sedimento entre horas ( $H=27,970$ ;  $P= 3,69E^{-5}$ ;  $GL= 5$ ) (Tabla 12), Con el Test de Duncan se identificaron dos grupos homogéneos conformados por: **1)** 1:00 h, 5:00h, 9:00h, 21:00 h y **2)** 13:00h, 17:00h (Figura 23 a ) y algunos pares contrastantes de horas (1:00-13:00; 1:00-17:00; 5:00-13:00; 5:00-17:00; 9:00-13:00; 9:00-17:00; 13:00-21:00; 17:00-21:00) (Cuadro 5, Anexo D ). También para ZM se observa homogeneidad de varianzas entre las horas y la existencia de diferencias entre el comportamiento de la temperatura del sedimentos a lo largo del día ( $H=64,930$ ;  $P= 1,16E^{-12}$ ;  $GL= 5$ ), destacándose la tendencia a formar tres grupos (Figura 23 b), aunque los resultados arrojados por el test de Duncan evidencian cuatro grupos homogéneos: **1)** 1:00h, 9:00h; **2)** 5:00h; **3)** 13:00h, 17:00h y **4)** 21:00h; a su vez se identifican diferencias en casi todos los pares contrastantes de horas con excepción de 1:00h-5:00h y 13:00h-17:00h (Cuadro 5, Anexo D). Finalmente ZL no expresa homogeneidad de varianzas y al aplicar Kruskal-Wallis demuestra que los valores de temperatura varían entre las horas ( $H= 31,900$ ;  $P= 6,22E^{-6}$ ;  $GL= 5$ ), encontrándose dos grupos donde las 13:00h difieren notoriamente del resto presentándose diferencias entre pares contrastantes (Figura 23 c). Ya finalizando este análisis, para septiembre, se determinó que solo ZL mostró homogeneidad de varianzas y que en los tres estratos se encontraron diferencias de este factor entre las horas (ZV:  $H= 15,902$ ;  $P= 1,18E^{-3}$ ;  $GL= 3$ ; ZM:  $H= 30,091$ ;  $P= 8,13E^{-7}$ ;  $GL= 3$ ; ZL:  $H= 29,756$ ;  $P= 1,55E^{-6}$ ;  $GL= 3$ ) las Figuras 24 a, b, c y los grupos homogéneos expresados en el test de Duncan demuestran también que durante este mes las 13:00h, evidenciaron un comportamiento desigual ya que en los tres estratos se apartó del grupo uniforme (Cuadro 6, Anexo D). Con relación a los cambios entre el día y la noche es marcada la tendencia en la cual las horas cercanas al medio día (13:00h) muestran las mayores diferencias de esta variable, muy seguramente debido al grado de intensidad lumínica que se registra en ese momento.

a)

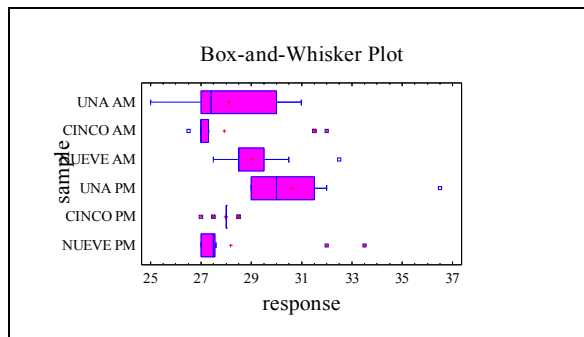
b)



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



c)

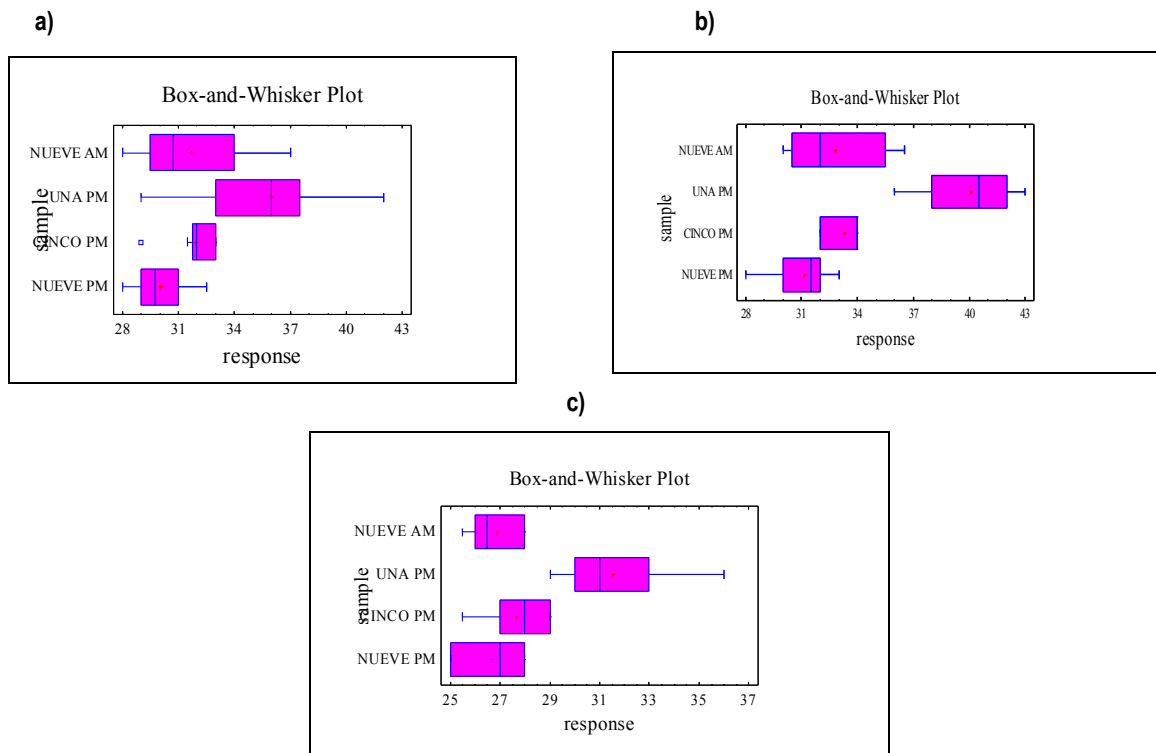


**Figura 23.** Grupos de horas semejantes entre sí para la temperatura del sedimento en el mes de julio. a) estrato de vegetación (ZV); b) estrato medio (ZM); c) estrato de lavado (ZL) durante el mes de julio, playa Arrecifes-PNNT, 2005.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Es así como los resultados generales arrojados expresan las diferencias de la temperatura del sedimento entre los tres estratos, siendo ZM en todos los casos la zona más caliente a lo largo de las estaciones como era de esperarse, lo cual se asocia con que allí no se presenta vegetación que mitigue el calor de la arena, ni tampoco alcanza a ser mojada por la marea, lo que conllevaría a producir un efecto de disminución de los rayos solares que inciden directamente sobre esta, favoreciendo su mayor calentamiento. Con respecto a las variaciones que se identificaron entre los meses, agosto registró las mas bajas temperaturas para los tres estratos, producto de las fuertes lluvias que se produjeron durante este mes, asociadas a la gran nubosidad de dicho período (Tabla 15, pag 75), que también influye en el efecto que puede causar la radiación solar; por el contrario, julio y septiembre alcanzaron los mayores valores promedios, concordando con cielos más despejados, a pesar de que ZL mostró en este último mes los menores registros, posiblemente debido al efecto que puede causar el mayor lavado por el incremento en la actividad del mar.



**Figura 24.** Grupos de horas semejantes entre si para la temperatura del sedimento en el mes de septiembre. **a)** estrato de vegetación (ZV); **b)** estrato medio (ZM); **c)** estrato de lavado (ZL) durante el mes de septiembre, playa Arrecifes-PNNT, 2005.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Es importante destacar que las fluctuaciones que se puedan presentar de este factor en las capas subsiguientes del sedimento, son prioritarias para el logro de eventos reproductivos en las tortugas marinas como los procesos de incubación de los huevos y la determinación sexual de los individuos que se obtienen, llegando a incidir en algunos casos, en el tiempo de duración que se requiere para el desarrollo embrional de las nidadas (Ferrer *et al.*, 2007).

**6.2.3 Aspectos Oceanometereológicos:** además de la temperatura y humedad ambiente, se tuvieron en cuenta escalas cualitativas para la determinación tanto de la energía del mar como de la nubosidad del cielo, así mismo se consideró el ciclo lunar, registrando el día a cada fase. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar en cuanto a la temperatura ambiente que no se presentaron grandes fluctuaciones entre los estratos para cada uno de los meses, registrándose el mayor valor para ZM durante el mes de junio (32,108+/- 0.575°C) y el menor en agosto para ZL (30,487 +/-2,750°C) (Tabla 13).

**Tabla 13** Estadísticos de las mediciones generales del componente oceanometereológico, por estratos (ZV: Zona de Vegetación; ZM: Zona Media y ZL: Zona de Lavado) en la temporada 2005 (junio a septiembre), Playa Arrecifes PNNT

| Indicadores                  | Variables                    | Estratos | junio     |        |        |       | julio     |        |        |       | agosto    |        |        |       | septiembre |       |        |       |
|------------------------------|------------------------------|----------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|-------|------------|-------|--------|-------|
|                              |                              |          | $\bar{X}$ | D S    | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | D S    | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | D S    | CV (%) | EE    | $\bar{X}$  | D S   | CV (%) | EE    |
| A. Oceano-<br>meteorológicos | Temperatura<br>Ambiente (°C) | V        | ----      | ----   | ----   | ----  | 31,979    | 3,810  | 11,913 | 0,462 | 30,508    | 2,922  | 9,579  | 0,844 | 31,320     | 2,512 | 8,021  | 0,397 |
|                              |                              | M        | 32,108    | 4,635  | 14,435 | 0,575 | 32,049    | 3,524  | 10,996 | 0,384 | 30,627    | 3,128  | 10,212 | 7,908 | 31,452     | 2,519 | 8,009  | 0,356 |
|                              |                              | L        | ----      | ----   | ----   | ----  | 31,999    | 3,218  | 10,058 | 0,351 | 30,487    | 10,650 | 34,933 | 2,750 | 31,374     | 2,508 | 7,994  | 0,355 |
|                              | Humedad<br>Ambiente (%)      | V        | ----      | ----   | ----   | ----  | 85,949    | 29,673 | 34,524 | 3,625 | 100,000   | 0,000  | 0,000  | 0,000 | 99,475     | 1,219 | 1,226  | 0,193 |
|                              |                              | M        | 83,554    | 18,535 | 22,183 | 2,299 | 95,512    | 5,857  | 6,132  | 0,639 | 100,000   | 0,000  | 0,000  | 0,000 | 99,380     | 1,383 | 1,392  | 0,196 |
|                              |                              | L        | ----      | ----   | ----   | ----  | 89,913    | 21,198 | 23,576 | 2,313 | 100,000   | 0,000  | 0,000  | 0,000 | 99,280     | 1,666 | 1,679  | 0,236 |





## *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

Con respecto a la humedad relativa, los datos más bajos y de mayor fluctuación se evidenciaron durante los meses de junio y julio oscilando entre 83 y 95%, sin embargo, para agosto y septiembre este factor se estabiliza e incrementa alcanzando los máximos valores (100%); esto puede relacionarse con el aumento de las lluvias presentadas en este período. En cuanto a los estratos se apreciaron algunas variaciones: como en junio solo se evaluó ZM y el valor promedio obtenido fue de 83,554%. Julio presentó los mayores cambios, alcanzando ZM el más alto valor con 95,512% +/- 0,639, seguido por ZL con 89,913% +/- 2,313 y por último ZV con 85,949% +/- 3,625 con el mayor coeficiente de variación (Tabla 13).



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Tabla 14. Estadísticos principales obtenidos para las variables cuantitativas correspondientes al Aspecto Oceanometeorológico (humedad ambiente y temperatura ambiente) por estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4, Estación 5) y estratos (ZV, ZM, ZL) durante los meses de junio-septiembre, playa Arrecifes, PNNT-2005.

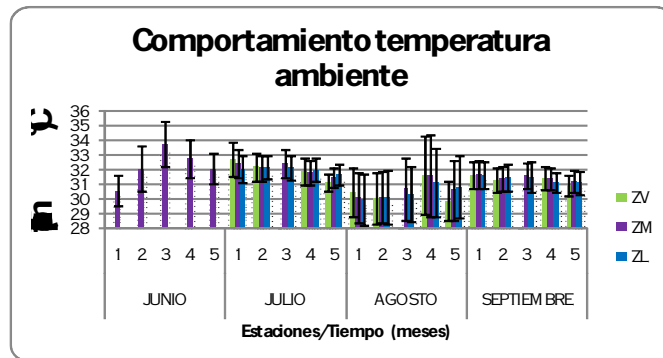
| A. Oceano-meteorológicos |                           | E1       |           |        |        |       | E2        |        |        |       | E3          |        |        |       | E4        |        |        |       | E5        |       |        |       |       |       |
|--------------------------|---------------------------|----------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|-------|-----------|--------|--------|-------|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Mes                      | Variables                 | Estratos | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$   | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{X}$ | DS    | CV (%) | EE    |       |       |
| Junio                    | Humedad Ambiente(%)       | V        | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | Sin reporte |        |        |       | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | ----- | -----  | ----- | ----- |       |
|                          |                           | M        | 89,733    | 11,847 | 13,202 | 3,059 | 85,923    | 16,570 | 19,285 | 4,596 | 81,545      | 15,883 | 19,478 | 4,789 | 75,364    | 24,357 | 32,319 | 7,344 | 82,800    | 4,101 | 4,953  | 1,059 |       |       |
|                          |                           | L        | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | -----       | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | ----- | -----  | ----- | ----- | ----- |
|                          | Temperatura Ambiente (°C) | V        | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | Sin reporte |        |        |       | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | ----- | -----  | ----- | ----- | ----- |
|                          |                           | M        | 30,581    | 4,317  | 14,116 | 1,079 | 32,085    | 5,567  | 17,351 | 1,544 | 33,736      | 5,131  | 15,209 | 1,547 | 32,773    | 4,314  | 13,163 | 1,301 | 32,071    | 3,846 | 11,992 | 1,028 |       |       |
|                          |                           | L        | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | -----       | -----  | -----  | ----- | -----     | -----  | -----  | ----- | -----     | ----- | -----  | ----- | ----- | ----- |
| Julio                    | Humedad Ambiente(%)       | V        | 94,294    | 6,517  | 6,911  | 1,581 | 94,353    | 6,294  | 6,671  | 1,527 | Sin reporte |        |        |       | 96,235    | 4,535  | 4,712  | 1,100 | 97,813    | 4,135 | 4,227  | 1,003 |       |       |
|                          |                           | M        | 94,059    | 6,731  | 7,156  | 1,633 | 95,235    | 5,238  | 5,501  | 1,271 | 94,235      | 7,637  | 8,104  | 1,852 | 96,313    | 4,615  | 4,791  | 1,119 | 97,765    | 4,101 | 4,195  | 0,995 |       |       |
|                          |                           | L        | 92,353    | 9,912  | 10,732 | 2,404 | 93,471    | 6,206  | 6,640  | 1,505 | 93,941      | 7,774  | 8,275  | 1,885 | 95,471    | 4,836  | 5,066  | 1,173 | 96,063    | 5,733 | 5,968  | 1,390 |       |       |
|                          | Temperatura Ambiente (°C) | V        | 32,718    | 4,797  | 14,663 | 1,164 | 32,176    | 3,905  | 12,135 | 0,947 | Sin reporte |        |        |       | 31,888    | 3,670  | 11,509 | 0,890 | 31,135    | 2,551 | 8,195  | 0,619 |       |       |
|                          |                           | M        | 32,441    | 3,878  | 11,953 | 0,940 | 32,094    | 3,741  | 11,656 | 0,907 | 32,441      | 4,003  | 12,341 | 0,971 | 31,788    | 3,497  | 11,001 | 0,848 | 31,444    | 2,606 | 8,287  | 0,632 |       |       |
|                          |                           | L        | 32,018    | 3,732  | 11,656 | 0,905 | 32,159    | 3,163  | 9,836  | 0,767 | 32,112      | 3,336  | 10,389 | 0,809 | 32,000    | 3,272  | 10,225 | 0,794 | 31,688    | 2,882 | 9,095  | 0,699 |       |       |
| Agosto                   | Humedad Ambiente(%)       | V        | 99,300    | 1,636  | 1,648  | 0,517 | 99,400    | 1,350  | 1,358  | 0,427 | Sin reporte |        |        |       | 99,600    | 0,966  | 0,970  | 0,306 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          |                           | M        | 99,000    | 2,160  | 2,182  | 0,683 | 99,400    | 1,350  | 1,358  | 0,427 | 99,500      | 1,080  | 1,086  | 0,342 | 99,400    | 1,265  | 1,273  | 0,400 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          |                           | L        | 98,900    | 2,424  | 2,451  | 0,767 | 99,300    | 1,636  | 1,648  | 0,517 | 99,200      | 1,932  | 1,948  | 0,611 | 99,400    | 1,265  | 1,273  | 0,400 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          | Temperatura Ambiente (°C) | V        | 31,630    | 2,879  | 9,101  | 0,910 | 31,310    | 2,677  | 8,549  | 0,846 | Sin reporte |        |        |       | 31,410    | 2,520  | 8,024  | 0,797 | 30,930    | 2,293 | 7,415  | 0,725 |       |       |
|                          |                           | M        | 31,680    | 3,008  | 9,494  | 0,951 | 31,360    | 2,594  | 8,272  | 0,820 | 31,610      | 2,688  | 8,504  | 0,850 | 31,400    | 2,359  | 7,512  | 0,746 | 31,210    | 2,413 | 7,730  | 0,763 |       |       |
|                          |                           | L        | 31,620    | 2,874  | 9,088  | 0,909 | 31,490    | 2,833  | 8,996  | 0,896 | 31,490      | 3,281  | 10,418 | 1,037 | 31,150    | 2,104  | 6,755  | 0,665 | 31,120    | 2,454 | 7,887  | 0,776 |       |       |
| Septiembre               | Humedad Ambiente(%)       | V        | 99,300    | 1,636  | 1,648  | 0,517 | 99,400    | 1,350  | 1,358  | 0,427 | Sin reporte |        |        |       | 99,600    | 0,966  | 0,970  | 0,306 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          |                           | M        | 99,000    | 2,160  | 2,182  | 0,683 | 99,400    | 1,350  | 1,358  | 0,427 | 99,500      | 1,080  | 1,086  | 0,342 | 99,400    | 1,265  | 1,273  | 0,400 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          |                           | L        | 98,900    | 2,424  | 2,451  | 0,767 | 99,300    | 1,636  | 1,648  | 0,517 | 99,200      | 1,932  | 1,948  | 0,611 | 99,400    | 1,265  | 1,273  | 0,400 | 99,600    | 0,966 | 0,970  | 0,306 |       |       |
|                          | Temperatura Ambiente (°C) | V        | 31,630    | 2,879  | 9,101  | 0,910 | 31,310    | 2,677  | 8,549  | 0,846 | Sin reporte |        |        |       | 31,410    | 2,520  | 8,024  | 0,797 | 30,930    | 2,293 | 7,415  | 0,725 |       |       |
|                          |                           | M        | 31,680    | 3,008  | 9,494  | 0,951 | 31,360    | 2,594  | 8,272  | 0,820 | 31,610      | 2,688  | 8,504  | 0,850 | 31,400    | 2,359  | 7,512  | 0,746 | 31,210    | 2,413 | 7,730  | 0,763 |       |       |
|                          |                           | L        | 31,620    | 2,874  | 9,088  | 0,909 | 31,490    | 2,833  | 8,996  | 0,896 | 31,490      | 3,281  | 10,418 | 1,037 | 31,150    | 2,104  | 6,755  | 0,665 | 31,120    | 2,454 | 7,887  | 0,776 |       |       |



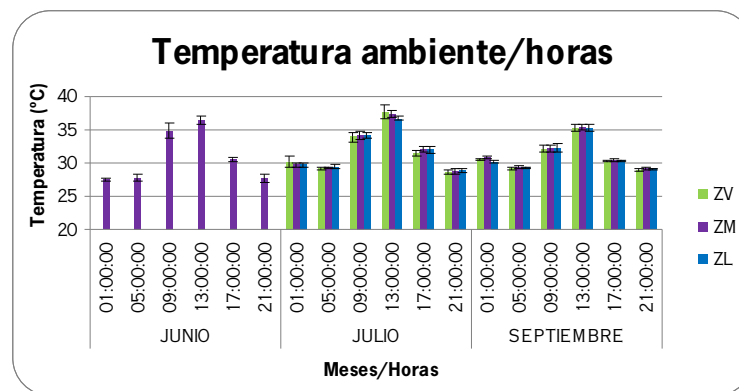
**6.2.3.1 Temperatura ambiente:** la Figura 25 y Tabla 14 muestran el comportamiento más detallado de este factor durante el estudio; se puede observar que no presentó grandes variaciones entre estratos ya que fluctuó entre un rango de 30 a 32°C aproximadamente a diferencia de la temperatura del sedimento que osciló entre 27 y 35°C evidenciándose una mayor estabilidad de esta variable en la capa de aire. A pesar de no contar con todo el set de datos para junio, se observa que ZM alcanza en este periodo los mas altos valores y cambios entre estaciones con 30,581+/-1,047°C (E1) y 33,736+/-1,547 (E3); julio es el mes de menos diferencias entre los estratos y estaciones, registrando E1 en ZV 32,718+/-1,131 y E5 en el mismo estrato el menor (31,135+/-0,619). Con respecto a agosto como era de esperarse se obtuvieron los menores registros, encontrándose las más bajas temperaturas en general para E1 y E2 con 29,967+/-1,719°C y 30,467+/-1,651°C respectivamente; aún así cabe resaltar que el mínimo valor promedio de temperatura ambiente del mes estuvo en E5 (ZV con 29,867+/-1,320°C) y el mayor en E4 (con ZM y ZV de 31°C) y que a pesar de tener menor número de mediciones con el EE más amplio, el rango de oscilación se encuentra entre valores referidos para la zona. De manera contraria, en Septiembre vuelven a observarse incrementos en esta variable, aunque inferiores a los de julio; fue uno de los meses más estables con promedios de temperaturas alrededor de los 31°C tanto en estratos como en estaciones. Sin embargo, al observar los resultados obtenidos en Escobar 2007 se aprecia que este mes presentó una temperatura promedio levemente superior a la registrada durante el mes de septiembre del mismo estudio (30,27+/-0,35 y 30.18 +/-0,37 respectivamente), lo cual se puede relacionar con características propias de cada sector, así como con posibles variaciones al momento de tomar los registros (i. e días, horas, entre otros).



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



**Figura 25.** Temperatura ambiente promedio durante el periodo de junio-septiembre del 2005 en la playa Arrecifes PNNT. En relación a las mediciones por horas se puede observar en el Cuadro 2, Anexo D, que se presentó un comportamiento similar entre meses con una tendencia marcada a alcanzar hacia el medio día (13:00) los mayores valores, antecedidos por los registros de las 9:00h y con notables disminuciones hacia las 17:00 y 21:00h. Estos datos logran reflejar las grandes variaciones de hasta casi 5°C que se evidencian a lo largo del día. Al hacer una comparación con las fluctuaciones encontradas para la temperatura del sedimento, se puede inferir que sus diferencias radican en la forma en que el calor se comporta o se difunde en estos dos medios, ya que el efecto de la irradiación solar se va a mantener con mayor intensidad en horas de la mañana (9:00h) en las capas de aire que en el suelo, difiriendo de lo que sucede por la tarde (17:00h) cuando estas últimas (sedimento) habrán logrado contener la máxima concentración de la energía solar (Figura 26). Las pequeñas variaciones observadas, pueden ser debidas a algunas de las condiciones ambientales encontradas en los momentos del muestreo como nubosidad, características geomorfológicas como formaciones rocosas o presencia de amplia vegetación que amortiguara la intensidad lumínica según lo expuesto también en Ospina & De Luque (2005) en playas adyacentes.

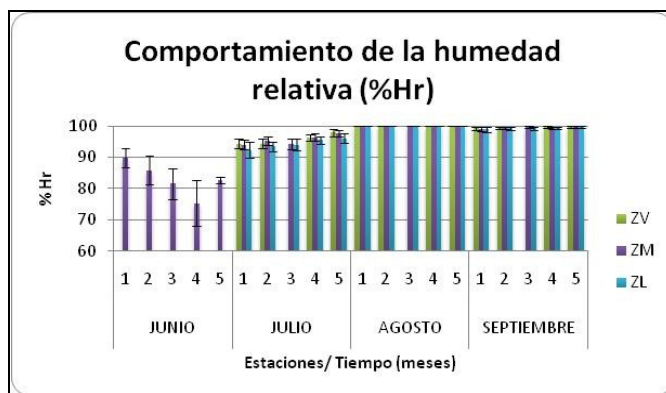




## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Figura 26.** Comportamiento de la temperatura ambiente para las diferentes horas registradas durante los meses de junio, julio y septiembre y para los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), playa Arrecifes-PNNT, 2005

**6.2.3.2 Humedad ambiente:** en la Figura 27 es posible apreciar claramente la tendencia estable que mostró esta variable durante la segunda mitad del tiempo de muestreo, aunque en los primeros meses como en junio se exhibieron las mayores fluctuaciones de ZM entre las estaciones expresando el menor porcentaje de humedad (%H) E4 con 65,364+/-7,344% y la mayor E1 con 89,733+/-3,059%. Para julio, este estrato (ZM) mostró apreciables incrementos y en general, las estaciones del costado Este (E4 y E5) registraron valores superiores en sus diferentes zonas, posiblemente por la relación que puede llegar a existir con el efecto de los registros de mayores temperaturas de sedimento en este extremo de la playa, cuya condensación estaría incidiendo directamente con los porcentajes de humedad ambiente en esta área; para este mes el rango de oscilación se encontró entre 92-97%. Agosto evidenció los máximos valores de humedad (100%) para las cinco estaciones y sus respectivos estratos como producto de la temporada invernal ya descrita, no alcanzándose a apreciar variaciones en este factor. Finalmente se presentaron en septiembre, leves descensos que fluctuaron entre 98,900%+/-0,767 y 99,600%+/-0,306, para E1 en ZL y E5 en ZV respectivamente (Tabla 14).



**Figura 27.** Se observa el % promedio de Humedad Relativa a lo largo del período de muestreo en la playa Arrecifes, 2005 en las diferentes estaciones y estratos.

En términos generales se podría plantear que esta variable guarda una relación inversa con la temperatura ambiente, pues a mayores valores de este factor, la humedad ambiente va a ser menor



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

ya que el calor evapora la humedad que se encuentre en el medio (vapor de agua del aire); razón por la cual los meses en que la temperatura alcanzó sus máximos (mes de junio Figura 25), la humedad relativa fue la mínima (Figura 27), mientras que cuando en el mes de agosto se presentaron los mas bajos registros, la humedad fue la más alta, viéndose favorecida también por el efecto de las lluvias durante dicho período.





**6.2.3.3 Energía del mar:** se refiere a la fuerza y nivel de actividad con que llega el oleaje a la playa, logrando incidir sobre su relieve o la morfología; los perfiles topográficos construidos en cada una de las estaciones de acuerdo al cambio mostrado en sus estratos reflejan el efecto que puede llegar a causar particularmente con relación a los cambios en las, pendientes o acumulación de bermas.

**Tabla 15.** Aspectos oceanometereológicos **a)** Información detallada de la Energía del mar, Nubosidad y Fases Lunares; **b)** promedios generales de cada factor cualitativo. Temporada de anidamiento (junio-septiembre), 2005 en la playa Arrecifes-PNNT

**a)**



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

|                 |                      |   | Junio            | Julio | Agosto | Septiembre |
|-----------------|----------------------|---|------------------|-------|--------|------------|
|                 |                      |   | Frecuencia/Fecha |       |        |            |
| Energía del mar | Nula                 | 0   | 2                | 0     | 0      | 0          |
|                 | Baja                 | 1   | 5                | 2     | 0      | 0          |
|                 | Media Baja           | 2   | 3                | 3     | 1      | 2          |
|                 | Media                | 3   | 4                | 4     | 3      | 2          |
|                 | Media Alta           | 4   | 1                | 3     | 1      | 5          |
|                 | Alta                 | 5   | 0                | 1     | 1      | 2          |
| Nubosidad       | Despejado            | 0/8   | 1                | 1     | 0      | 1          |
|                 |                      | 1/8   | 2                | 7     | 0      | 1          |
|                 |                      | 2/8   | 1                | 1     | 0      | 0          |
|                 | Parcialmente nublado | 3/8   | 2                | 2     | 0      | 2          |
|                 |                      | 4/8   | 2                | 2     | 1      | 1          |
|                 |                      | 5/8   | 2                | 1     | 1      | 4          |
|                 | Nublado              | 6/8   | 8                | 0     | 2      | 1          |
|                 |                      | 7/8   | 1                | 0     | 2      | 2          |
|                 |                      | 8   | 1                | 0     | 5      | 1          |
| Fase Lunar      | Luna Nueva           |    | 6-8              | 6-8   | 5-6    | 3-5        |
|                 | Creciente            |    | 10-20            | 10-20 | 8-17   | 7-16       |
|                 | Luna llena           |   | 22-23            | 21-22 | 19-20  | 18-19      |
|                 | Menguante            |  | 25-30            | 24-31 | 23-31  | 21-30      |

b)

| MES                 | ENERGÍA DEL MAR | NUBOSIDAD |
|---------------------|-----------------|-----------|
| Junio (7-11)        | Media-Baja      | 6/8       |
| Julio (26-29)       | Media-Alta      | 1/8       |
| Agosto (4-6; 16-17) | Media-Alta      | 1         |
| Septiembre (12-17)  | Alta            | 4/8       |

En las Tablas 15 a y b se aprecia que durante junio (7-11 días) la energía del mar predominante fue baja concordando con que en dicho mes y precisamente por estos días se presentó la conocida época de "bonanza", caracterizada por muy poca energía del mar a tal punto que el día 10 de junio esta alcanzó reportes de cero (0) presentando una calma total, así mismo, esta época es propicia para la pesca pues la cantidad de individuos fitoplanctónicos que son fuente de alimento directa de medusas y algunos copépodos se incrementa ( y por lo tanto la oferta alimenticia para los peces también es mayor) (<http://perso.wanadoo.es/goliver19/reportajesbuceo/Placton%20gelatinoso.pdf>).

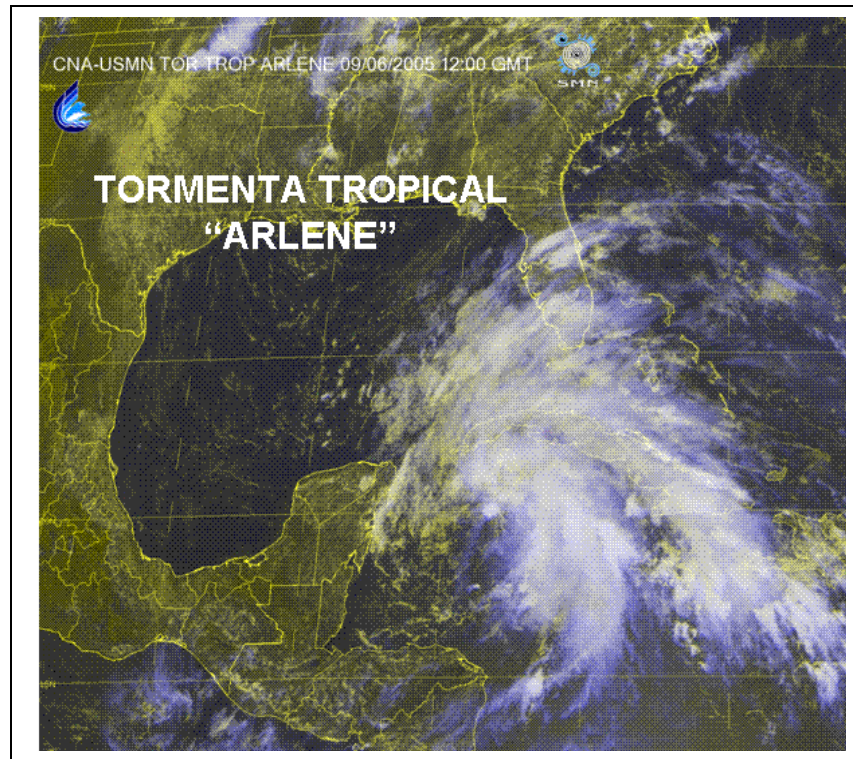


### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

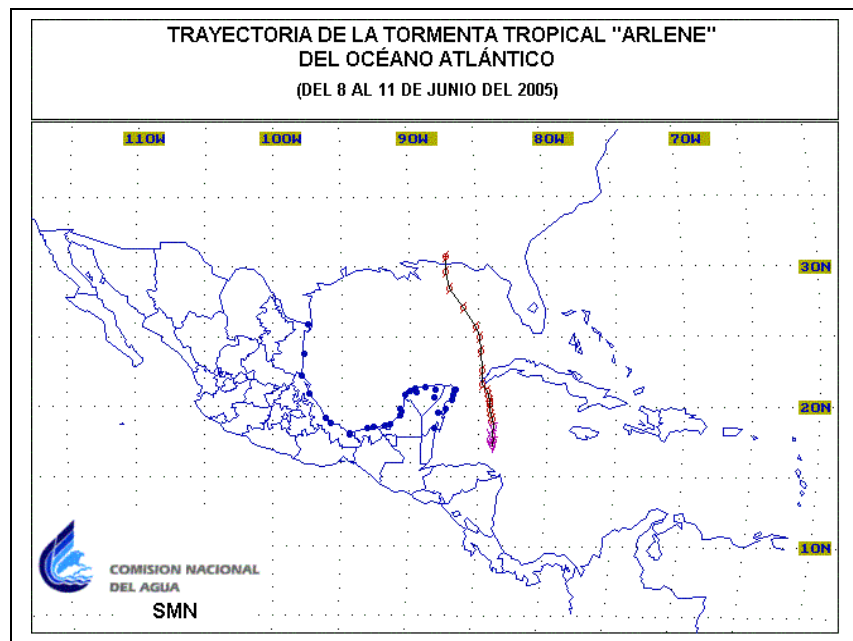
Este evento coincidió en fechas con la formación de la tormenta tropical Arlene de este año, la cual se inicio como una depresión tropical el 8 de junio cerca a la costa noreste de Honduras y dio comienzo a la temporada de huracanes del momento (Hernández & Cirilo, 2005) (Figuras 28 a y b); es posible que este fenómeno natural halla afectado la energía del mar del sector estudiado atrayendo los vientos hacia la parte Norte del continente (de acuerdo con el desplazamiento de esta tormenta), por lo cual esta se vio disminuida debido a la escasez de los mismos en el sector. Durante julio se presenta una energía del mar más alta correspondiendo a Media-Alta (3), esto concuerda con el incremento de vientos durante este período que como se sabe influye en la intensidad y dirección del oleaje. Durante los días de agosto tomados en cuenta, este factor mantuvo su fuerza y finalmente para los registros de septiembre se incremento un poco pasando a Alta, observándose algunos vientos considerables para la fecha (Tabla 15).

a)





b)



**Figura 28. a)** vista satelital de la tormenta tropical Arlene durante el año 2005; **b)** trayectoria de la tormenta tropical Arlene en el océano atlántico, 2005. **Tomado:** <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2005/atlantico/arlene/arlene.pdf>



#### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

Como se ha mencionado esta variable influye en la morfología de los perfiles, ya que va a determinar directamente los procesos de crecimiento o retroceso de las playas, así entre mayor energía tenga el mar mayor alcance en la zona media (ZM) generando una disminución en la extensión de la playa, en este caso al observar la Figura 10 a, b, c y d no es posible evidenciar dicho comportamiento probablemente por acciones adversas del viento o por diferencia en las horas. Lo que si se pudo apreciar es que entre mayor energía del oleaje la cantidad de material a la deriva (i. e troncos-madera y material orgánico como hojarasca) arrojado a la playa era mayor. Es así como en anotaciones registradas durante la realización del perfil correspondiente al 22 de julio (Anexo E) se expresa que durante la noche anterior (21 de julio) ZL abarcaba aproximadamente 15 m más que lo evidenciado en dicho perfil por lo que se observaron rastros de este tipo de material.

**6.2.3.4 Nubosidad:** con base a los registros efectuados durante los diferentes muestreos, teniendo en cuenta que podrían presentarse variaciones en este factor en términos de horas mientras se adelantaban las correspondientes mediciones entre estaciones, se pudo notar que durante el mes de junio la nubosidad predominante fue 6/8 correspondiendo a un cielo nublado (Tabla 15 a y b)). Entretanto el mes de julio evidenció para estos días una mínima cantidad de nubes (1/8) reflejando un cielo despejado posiblemente producto de la acción de los vientos alisios aún presentes. Agosto se caracterizó por presentar en su mayoría cielo completamente cubierto (8/8) y presencia de fuertes lluvias, lo cual se corrobora con los registros de este factor durante el mes, relacionándose a su vez con la presencia de pocos vientos debido a la ausencia durante este período de los vientos alisios. Por último para el mes de septiembre se apreció un cielo mediana o parcialmente nublado (4/8), aunque también se presentaron reportes de cielo cubierto (Tabla 15 a y b).

Esta variable se relaciona evidentemente tanto con los vientos imperantes en el momento de la observación ya que permiten el desplazamiento o no de las masas de baja presión o nubes, como con la temperatura ambiente, viéndose como en julio cuando se presentó la menor nubosidad, tanto esta como la del sedimento (sobre todo para ZM) se ubicaron dentro de las más altas (Tabla 15 b), esto es debido a que al no haber nubes los rayos solares penetraron directamente incrementando la temperatura; por otro lado durante el mes de agosto (que registró cielo totalmente nublado en su



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

mayoría) estos factores fueron los más bajos ya que las masa de baja presión impidieron la entrada de calor (rayos solares) evitando así temperaturas elevadas. El comportamiento de esta (nubosidad) también tiene mucha relación con la humedad relativa (%HR) ya que entre mayor sea esta el vapor de agua presente en el aire se mantiene en el ambiente sin evaporarse por lo que el %HR se mantiene no permitiendo que esta se escape de la atmósfera. Por otra parte este factor es de gran influencia a su vez en la actividad de anidamiento ya que como se conoce las tortugas prefieren arribar en noches oscuras y lluviosas (lo cual no significa que lo hagan exclusivamente bajo estas características), por lo que la cantidad de nubes en una noche de luna llena puede aumentar la posibilidad de arribamientos.



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**6.2.3.5 Fases lunares:** se toman en cuenta ya que tienen gran importancia tanto en la acción y comportamiento de las mareas intensificándolas o disminuyéndolas según sea el caso pues estas son el resultado de la fuerza de atracción gravitatoria de la Luna y el Sol sobre la Tierra y el mar, es decir, que el agua en el lado de la tierra más cercano a la Luna es atraído por la fuerza de gravedad de esta (pleamar), mientras que el lado de la tierra más alejado es menos atraído (bajamar) (IDEAM, 2007). Durante el mes junio se presentó Luna nueva para el día 6, mientras que Luna llena se expresó para el día 22; durante julio por su parte, Luna nueva se reportó para el día 6 también, mientras que Luna llena se observó para el día 21 del mes; con respecto al mes de agosto, la primera se registró para el día 5 y la segunda (Luna llena) para el 19 del mes; por último durante el mes de septiembre la Luna nueva se presentó durante el día 3 y la Luna llena para el 18 de dicho mes (Tabla 15 a y b);(Anexo F). Además este aspecto fue tomado en cuenta ya que el ciclo lunar tiene fuerte influencia en la actividad de anidación de las tortugas marinas ya que estos organismos tienden a desovar en luna menguante (cuarto menguante) o luna nueva cuando hay menos iluminación, aunque no es una condición exclusiva (Sánchez, 2007). Esta relación se discutirá más detallada en el capítulo correspondiente a actividad de tortugas marinas.

**6.2.3.6 Flora y fauna asociada:** la playa Arrecifes se caracteriza por presentar una densa vegetación tropical entre la que se destaca el frijol de playa (*Ipomea pescapre*) (Figura 29 b, c), palma de coco (*Cocos nucífera*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) (Figura 29 d), principalmente; entre la fauna presente se encuentra el cangrejo fantasma (*Ocypode quadrata*) (Figura 29 e), reptiles como pequeños como lagartijas e iguanas (*Iguana iguana*) (Figura 29 f), mamíferos como perros, ardillas (*Sciurus granatensis*), tránsito de caballos, burros y aves entre otras.

a

b



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



c



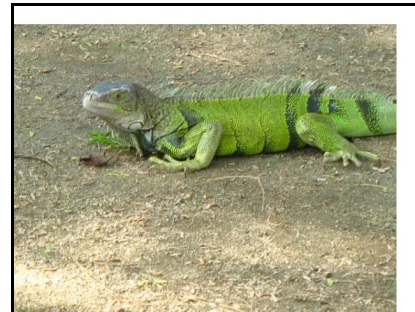
d



e



f



**Figura 29.** Algunas imágenes de la flora y fauna característica de la playa Arrecifes-PNNT, 2005. **Tomado:** Duarte, 2006.

## 7 ACTIVIDAD DE TORTUGAS MARINAS

Se incluye el monitoreo nocturno, reporte de los nidos y huellas encontradas, traslados, T° de incubación y demás información relevante concerniente al anidamiento de estos organismos.



## **7.1 METODOLOGÍA DEL MONITOREO NOCTURNO DE LA PLAYA Y SEGUIMIENTO DE NIDADAS:**

Durante los meses de junio-septiembre del año 2005 se recorrió regularmente la playa Arrecifes-PNNT en horas de la noche, estos recorridos iniciaban hacia las 23:00 horas y tenían como finalidad principal avistar hembras grávidas durante el proceso de anidación para identificación de especies y registro de las principales medidas biométricas (i.e longitud total, longitud estándar, largo y ancho del caparazón, entre otras); este proceso se llevó a cabo tal como lo indican las pautas para el “censo terrestre” expresadas por Schroeder & Murphy (En: Eckert *et al.* 2000), donde se plantea que los recorridos a lo largo de la playa se realicen con ropa oscura, y linterna frontal preferiblemente con papel celofán rojo para no perturbar a la tortuga en un posible evento de anidación así como tratar de identificar tendencias presentadas por estos organismos al momento de arribar a la playa. En este caso no fue posible observar hembras andantes por lo que no se tienen reportes morfométricos de individuos adultos.

En el momento de avistar una hembra en el proceso de anidación es muy importante tener en cuenta no perturbar la actividad que esta realizando la tortuga, por lo tanto el primer paso a seguir es observar y tratar de identificar la fase del proceso en la que se encuentra; según indican Alvarado & Murphy (En: Eckert *et al.*, 2000) el acercamiento a la tortuga se debe realizar por la parte de atrás y exclusivamente una vez haya empezado la fase de excavación de la “cama”; esta fase se puede reconocer por la presencia de arena húmeda alrededor de la tortuga y el movimiento de todas las aletas, pues en la excavación del nido solo se utilizan las posteriores.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- 7.1.1 Identificación y localización de nidos y huellas:** durante las primeras horas de la mañana se realizaron caminatas de un extremo al otro de la playa con el fin de identificar huellas o nidos que no hayan logrado ser observados durante el recorrido nocturno, pues en las primeras horas de la mañana la posición del sol colabora con la observación (Pritchard, 1983). Una vez observadas las huellas dejadas por la tortuga se trata de identificar tanto la especie tentativa con base a la simetría, tamaño de la huella (Anexo B Tabla 1), y profundidad de la cama (Anexo B Figura 3); así como también se trata de establecer la trayectoria que esta realizó al emerger (en el caso de huellas frescas que aún no han sido borradas por el oleaje o por el tránsito peatonal) con el fin de determinar el punto de entrada y salida al mar, si se observa evidencia de grandes cantidades de arena removida o revuelta se procede a averiguar si hay presencia de huevos. Para esto se emplea un palo terminado en punta (no muy grueso) el cual es introducido cuidadosamente en la arena en diferentes puntos de la huella o cama, se debe aclarar que este procedimiento solo debe ser realizado por personal experimentado ya que requiere de mucho cuidado y responsabilidad para evitar dañar en lo posible huevos viables, en este caso quien colaboró en esta labor fue un funcionario del parque llamado Nicanor Molina.
- 7.1.2 Traslado de nidadas en riesgo:** el traslado de nidadas es un procedimiento riesgoso que únicamente es recomendado como última opción para nidadas localizadas en lugares con alto peligro de ser erosionados por la marea, u otras eventualidades inminentes como saqueos y altos índices de depredación (Figura 30); lo ideal es la incubación *in situ* pero si es necesario, el proceso de reubicación debe hacerse en la misma playa para simplificar la logística del proyecto, minimizar el trauma del transporte y promover la perpetuación de la población en su playa de anidación (Mortimer En: Eckert, 2000). Recomendaciones que fueron seguidas en este estudio.

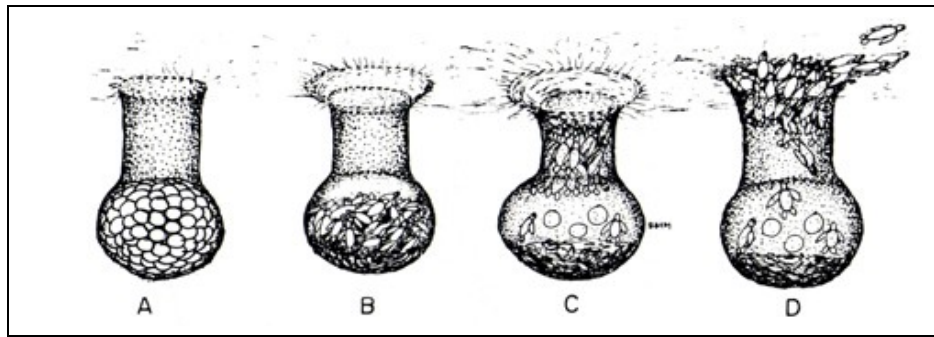


**Figura 30.** Momento en el que se realiza la extracción de los huevos de su nido original con el fin de localizarlos en un sector menos expuesto. **Tomado:** Escobar Vásquez, C. 2006.

Para este procedimiento de traslado y resiembra se debe tener cuidado especial con el manejo de nidadas que cuenten con más de dos horas desde la puesta (i.e cuando los huevos son trasladados días después o cuando las nidadas deben ser trasladadas por amenazas de erosión después de llevar cierto tiempo de incubación en el sitio original), estos huevos no deben ser rotados ni sacudidos por ningún motivo, puesto que esto generaría que las delicadas membranas embrionarias se rompieran ocasionando la muerte del embrión (Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000).

El lugar de traslado debe estar por lo menos 1m arriba de la línea alta de marea y acorde con los parámetros específicos de cada especie; por ejemplo, las tortugas canal anidan en playas abiertas, mientras la carey lo hace entre la vegetación de la playa (si el sitio es apropiado) (Boulon En: Eckert *et al.* 2000). Así mismo, al sembrar las nidadas en el vivero o corral se debe tener en cuenta que los nidos deben construirse con una distancia de al menos 1m entre ellos para minimizar el impacto; además estos se deben construir en forma de matraz o urna, con un fondo redondeado y abertura recta y delgada que conduzca de la cámara donde se alojan los huevos hacia la superficie (Figura 31), replicando la profundidad en la que se encontraron los huevos naturalmente. Se debe utilizar la misma arena húmeda extraída al excavar el nido artificial para cubrir los huevos (en varias capas de 8-12 cm de grosor entre cada capa de huevos); la arena seca nunca deberá estar en contacto con estos por lo que solo se utiliza en las últimas etapas del cubrimiento del nido (Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000). Estas recomendaciones fueron seguidas al momento de reubicar los nidos tanto al corral como a las incubadoras de poliuretano, realizándose el traslado de tres de las cuatro nidadas reportadas, mientras que la cuarta (N4) fue incubada *in situ*.





**Figura 31.** Esquema general de la forma que presentan los nidos de tortuga marina. **A)** durante el proceso de incubación; **B)** crías rompiendo y saliendo del cascarón (obsérvese el hundimiento en la boca del nido); **C)** crías iniciando la emergencia del nido; **D)** emergencia del nido. **Tomado:** Márquez, R., 1996.

❖ **Incubación en viveros adecuados:**

Las tres nidadas trasladadas correspondieron a tortuga canal, dos de estas (N1 y N3) fueron ubicados en el corral o vivero adecuado dentro de la misma playa pero en un lugar más protegido de la acción de la marea y otros factores como: tránsito de animales (i.e caballos, mulos, perros, etc.) y personas, perforación de los huevos por vegetación rastrera (i.e frijol de playa) y la depredación por parte de individuos de otras especies como aves, cangrejos, caninos y lagartos entre otros. Para este proceso se seleccionó el lugar en donde se establecería el vivero, luego se limpió el sector retirando la mayor cantidad de raíces posibles para que no afectaran los huevos (lo cual se realizó periódicamente durante el tiempo de incubación), luego se efectuó la excavación del lugar donde se reubicarían antes de extraerlos de su nido original y posteriormente se realizó su extracción y el respectivo traslado (el transporte se realizó en cajas de polietileno Figura 30) como se especifica previamente. Se debe mencionar que al trasladarse estas nidadas fueron separadas en diferentes nidos de la siguiente manera: N1 se dividió en cuatro nidos (A, B, C, D) y N3 se traslado a dos nidos (E, F) (Figura 32 a) y Tabla 16.

**Tabla 16.** Reporte de la cantidad de huevos totales reubicados al vivero adecuado tanto para N1 como para N3; HV: huevos viables; HNV: huevos no viables. \*En el caso de N3 solo se trasladaron 12 de los 41 HNV puestos por la tortuga (6 en E y 6 en F)

| Nidos          | N1 (27/04/05) |    |    |    | N3 (11/05/05) |    |
|----------------|---------------|----|----|----|---------------|----|
|                | A             | B  | C  | D  | E             | F  |
| # Total huevos | 25            | 29 | 16 | 32 | 46            | 36 |
| HV             | 21            | 25 | 13 | 24 | 40            | 30 |
| HNV            | 4             | 4  | 3  | 8  | 6*            | 6* |

❖ **Incubación en neveras portátiles (cajas de polietileno):**



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Por su parte, N2 fue trasladado y dividido en 4 incubadoras portátiles medianas (I1, I2, I3, I4) cuyas dimensiones son aproximadamente de 45cm x 32cm x 30cm con el fin de aumentar la sobrevivencia en caso de presencia de hongos o bacterias; a cada una de se le realizaron orificios de 0,5cm aproximadamente por todo el fondo buscando facilitar el drenaje y la ventilación, adicionalmente se hicieron orificios en la tapa facilitando los procesos de intercambio gaseoso; subsiguientemente se colocó una capa de arena de la playa donde fue realizada la ovoposición y se adicionaron capas de huevos evitando el exceso de manipulación (Tabla 17), según lo referido en Escobar, 2007).

**Tabla 17** Especifica el contenido de cada una de las incubadora portátiles una vez realizado el traslado a las mismos; HV: huevos viables; HNV: huevos no viables.

|                | N2 Incubadoras (27/04/05) |    |    |    |
|----------------|---------------------------|----|----|----|
|                | A                         | B  | C  | D  |
| # Total huevos | 18                        | 20 | 21 | 24 |
| HV             | 15                        | 17 | 18 | 21 |
| HNV            | 3                         | 3  | 3  | 3  |

Estas neveras se localizaron dentro de la cabaña de los funcionarios del sector Arrecifes (Figura 32 b); De esta manera se pudo evaluar por primera vez en esta línea de investigación con esta especie el éxito y porcentaje de eclosión de nidadas en diferentes medios de incubación.

a)



b)



**Figura 32.** a) nidada N1 trasladada al corral en la playa, antes de ser cercado y del traslado de N3; b) Incubadoras en las cuales fueron trasladados los huevos de la nidada N2, denotados de derecha a izquierda: I1, I2, I3, I4 cada incubadora presenta capas de arena entre las cuales se ubicaron los huevos. **Tomado:** Escobar Vázquez, 2005.

#### ❖ Incubación *in situ*:



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

Solo una de las cuatro nidadas reportadas se desarrollo *in situ*, es decir que su período de incubación se llevó a cabo en su totalidad en el mismo nido depositado por la tortuga, indicando que no hubo ninguna clase de manipulación de los huevos sino hasta el momento de la exhumación; sin embargo, a pesar que inicialmente se pensó que la ubicación de este era apropiada para su óptimo desarrollo, durante los últimos 20 días aproximadamente de incubación las fuertes lluvias y el aumento de marea (alcanzando incluso ZV que era donde estaba localizado el nido) dificultó la localización exacta de la nidada, pues derribó las marcas de señalización de este tornándose sumamente complicada la localización del mismo. De esta manera el efecto de la lluvia y alta marea compactó el sedimento lo cual afectó y se vio reflejado en la exhumación tras varios días de búsqueda, pues al estar tan compactado el sedimento muchas tortuguillas no lograron salir a superficie a respirar asfixiándose dentro de su propio nido, es así como el día que se logró localizar el nido solo se encontraron con vida 9 neonatos dentro de este, aunque se evidenciaron 11 cascarones vacíos y cotejando la información con observaciones realizadas por pescadores del sector se pudo determinar que aproximadamente 20 tortuguillas de este nido (incluyendo las nueve vivas encontradas dentro del nido aún) lograron alcanzar el mar satisfactoriamente. De acuerdo a lo anterior se evidencia la importancia de analizar minuciosamente el lugar en el que se localizan los nidos (tanto naturalmente como en las reubicaciones) pues un sector que parece seguro en un momento, con el transcurso del tiempo y cambios climáticos naturales (i. e incrementos de marea, lluvias, entre otros) puede generar la pérdida total de una nidada.

**7.1.3 Seguimiento de las nidadas:** durante el tiempo de incubación de cada uno de los nidos se realizó la toma de la temperatura del sedimento periódicamente hasta la fecha de la eclosión, en lo posible a diferentes momentos del día y durante el mes de junio también se reportó la humedad y pH del sedimento de la misma manera que se especificó anteriormente.

Cercanos los 45-60 días de incubación (según la especie, ver Anexo B tabla 1) se presta especial atención a los cambios que presente el nido, generalmente en víspera de la eclosión el sedimento que cubre la boca del nido se ve levemente hundido por los neonatos que se encuentran en el interior saliendo de los huevos (Figura 31 b); además se debe cuidar que la arena superficial no se



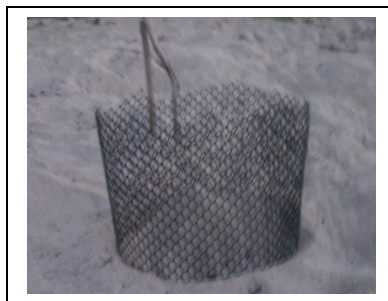
### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

encuentre muy compactada puesto que los neonatos podrían no lograr salir a respirar a la superficie provocando su asfixia. Una vez iniciado el proceso de eclosión se debe tratar en lo posible de no intervenir en el mismo a menos que sea absolutamente necesario, las crías deben emerger de la manera más natural posible (Figura 33).



**Figura 33.** Momento de eclosión de uno de los nidos del vivero (N3), obsérvese algunos neonatos aún dentro del cascarón. **Tomado:** Escobar Vázquez, 2005.

**7.1.4 Éxito de eclosión y emergencia:** para evitar el ingreso de predadores como cangrejos, perros y zorros playeros se llevaron a cabo las recomendaciones de Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000, según las cuales los nidos previos a su tiempo de eclosión se deben proteger con unos cilindros de malla de netlón plástico con ojo de malla inferior a 1cm (40x195cm), formando bastidores de aproximadamente 60cm de diámetro (Figura 34), además estos bastidores tienen la función de evitar que los neonatos emergidos no se alejen del nido antes de tomar los respectivos registros para poder realizar los respectivos índices de eclosión y emergencia.





### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Figura 34.** Cilindros de malla utilizados para la emergencia de los Neonatos en el PNNT durante la temporada 2005.  
**Tomado:** Ospina & De Luque, 2006.

Con el fin de determinar cual fue el éxito de eclosión y emergencia de cada una de las nidadas se recurrió a las fórmulas empleadas por Miller, 2000 una vez realizada la exhumación, según las cuales:

**Éxito Eclosión (% EEc)=**

$$(\#Cascarones / \#cascarones+\#HSDA+\#HNE+\#ETNE+\#D)*100$$

**Éxito Emergencia (% EEm)=**

$$(\#Cascarones (\#V + \#M) / \#cascarones + \#HSDA + \#HNE + \#ETNE + \#D)*100$$

Donde:

**D** representa la cantidad de huevos depredados dentro del nido

**E** la cantidad de individuos eclosionados

**V** vivas dentro del nido

**M** muertas dentro del nido

**HSDA** Huevos Sin Desarrollo Aparente

**HNE** Nuevos No Eclosionados

**ETNE** Embriones a Término No Eclosionados

El %EEc se refiere al número de crías que eclosionaron o rompieron su cascarón, mientras que %EEm se refiere a las que alcanzaron la superficie de la playa satisfactoriamente y es igual a:  $\#CV - (\#V + \#M)$ , por lo general este es un poco menor que %EEc (Sánchez, 2007).



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**7.1.5 Biometría y liberación de neonatos:** una vez registrada la totalidad del contenido del nido (neonatos, huevos perdidos, con hongos, depredados, etc.) se tomaron 10 neonatos al azar de cada nidada (aunque para el caso de N4 solo se lograron encontrar nueve individuos con vida) a los cuales se les realizaron las respectivas mediciones: para especies de caparazón duro (Cheloniidae) la Longitud Total (LT) va desde la punta de la cabeza hasta el margen posterior del caparazón, Ancho Recto del Caparazón (ARC) que se toma hacia el punto más amplio y se mide con calibrador, y el Largo Recto del Caparazón nucal-supracaudal (LRC nucal-supracaudal) que se determina midiendo el caparazón longitudinalmente desde el punto medio anterior (escudo nucal) al extremo posterior de los escudos supracaudales; mientras que para individuos de caparazón coriáceo (Dermochelyidae) la LRC va desde la muesca nucal (borde anterior del caparazón en la parte media) al extremo posterior de la proyección caudal (Bolten, 2000, En: Eckert *et al.*, 2000) (Anexos B, Figura 4 a-c y d); así mismo se realizó la toma del peso mientras fue posible Figura 35.

a)



b)





**Figura 35.** Toma de las medidas morfométricas a los neonatos de las diferentes nidadas eclosionadas. **a)** neonato de *D. coriacea*; **b y c)** neonatos de *E. imbricata*. **Tomado:** **a:** Escobar Vázquez, 2005; **b:** Franco Muñoz, 2005; **c:** González, 2005.

Finalmente se prosiguió a liberar a los neonatos una vez la temperatura ambiente y sobre todo la del suelo se encontrara más fresca, puesto que estos son muy sensibles a las temperaturas elevadas que pueden generar su deshidratación antes de alcanzar el mar. De esta manera la liberación se realizaba hacia las primeras horas del día o en las horas cercanas a la puesta de sol y en todos los casos los neonatos se liberaron en tres grupos en diferentes puntos de la playa para evitar generar mayor riesgo de depredación en un solo sector de esta (Figura 36).

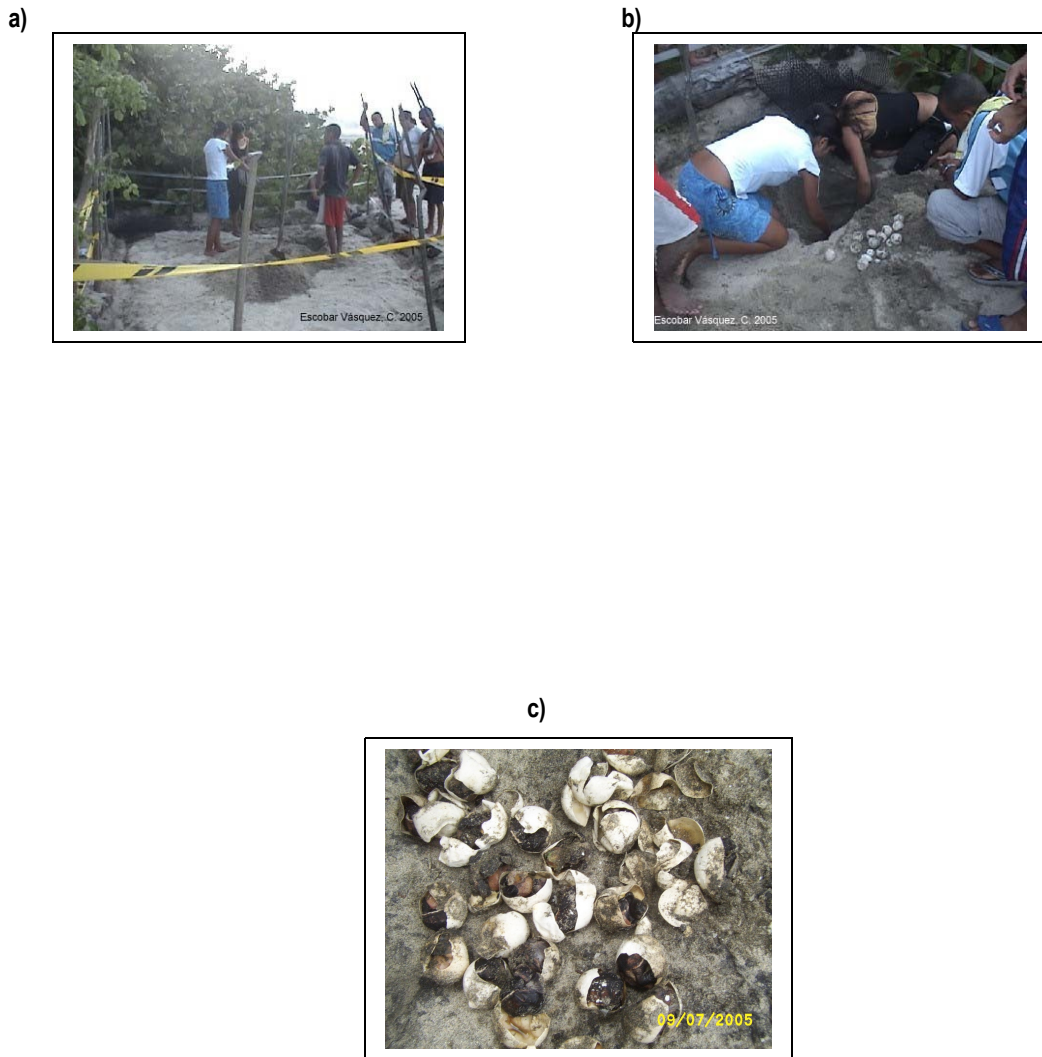


**Figura 36.** Momento de la liberación de uno de los nueve neonatos encontrados en N4 al realizar la exhumación. **Tomado:** Franco Muñoz, 2005



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**7.1.6 Exhumación:** se realizó dos días posteriores a la eclosión, durante esta se tomaron los datos generales de las nidadas: números de embriones tempranos y a término encontrados, cascarones vacíos, huevos depredados, tortuguillas muertas en el nido, así como cantidad de huevos que presentaron hongos, etc. con el fin de lograr calcular posteriormente los porcentajes de eclosión y emergencia los cuales son necesarios para lograr evaluar que nidada fue más exitosa y si existen diferencias entre los tipos de incubación. Una vez extraída la totalidad del contenido del nido, esta era clasificada de acuerdo al aspecto y desarrollo presentado, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios (Figura 37).



**Figura 37. a y b)** Exhumación de N1, nidada que al ser exhumada a los 70 días d incubación se determino que no presentaba ningún tipo de desarrollo; **c)** exhumación de N4, nidada perteneciente a *E. imbricata*, nótese el avanzado





## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

estado de desarrollo que alcanzaron la mayoría de los embriones. **Tomado:** a y b de Escobar, 2005; c: Franco Muñoz, 2005

Para el análisis de datos, en todos los casos se determinaron los estadísticos principales tales como promedios, desviación estándar, coeficientes de variación (CV) y la medida de variabilidad utilizada fue el error estándar (EE); además con respecto a la temperatura de incubación para determinar la existencia o no de relación entre las diferentes nidadas y nidos se utilizó la ayuda del software STATGRAPHICS PLUS con el fin de aplicar ANOVA en el caso de fueran paramétricas o Kruskal-Wallis en el caso de que estas sean no paramétricas. Las pruebas estadísticas fueron realizadas todas con un 95% de confiabilidad.

### 7.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS, TEMPORADA 2005

Durante la temporada de anidamiento de tortugas marinas correspondiente al año 2005 (junio-septiembre) en la playa de Arrecifes se reportaron 9 eventos o arriamientos de diferentes especies (Tabla 18), evidenciándose que arribaron tortugas canal, carey (estas dos especies con presencia de nidadas) y además se presentó un caracoleo que se reportó como tentativamente de caguama debido a las características de la huella (Tabla 1, Anexo B). Del total de estos registros, es posible apreciar que solo en cuatro casos se encontraron huevos una vez se realizó el respectivo procedimiento para casos en los que no se avista al adulto en el momento del desove como sucedió.

**Tabla 18.** Reportes de la actividad de anidamiento de tortugas marinas en la playa Arrecifes especificando la posición geográfica, característica de la huella (nido o caracoleo) y la fecha de arribo de la tortuga, PNNT durante junio-septiembre 2005



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| Fecha      | Tipo de Huella | Ubicación desove             | Especie                    | Estado                 | Fase lunar |
|------------|----------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|------------|
| 27/04/2005 | Nidada         | N 11° 18' 820 W 73° 56.862   | <i>D. coriacea</i>         | Trasladado a la playa  | Menguante  |
| 01/05/2005 | Nidada         | N 11° 18824' W 73° 56850     | <i>D. coriacea</i>         | Trasladada Incubadoras | Media luna |
| 11/05/2005 | Nidada         | N 11° 18827' W 73° 56850     | <i>D. coriacea</i>         | Trasladada a la playa  | Creciente  |
| 19/06/2005 | Caracoleo      |                              | <i>Ca. caretta</i> (tent.) | Sin huevos             | Creciente  |
| 12/07/2005 | Nidada         | N 11° 19.150' W 073° 57.229' | <i>E. imbricata</i>        | <i>in situ</i>         | Creciente  |
| 28/07/2005 | Caracoleo      | N 11° 19.149' W 73° 57.140'  | <i>E. imbricata</i>        | Sin huevos             | Menguante  |
| 28/07/2005 | falso nido     | N 11° 19161' W 073° 57.213'  | <i>E. imbricata</i>        | Sin huevos             | Menguante  |
| 15/08/2005 | falso nido     | N 11° 19075' W 73° 57.185"   | <i>E. imbricata</i>        | Sin huevos             | Creciente  |
| 18/08/2005 | Caracoleo      | N 11° 19110' W 73° 57.612'   | <i>E. Imbricata</i>        | Sin huevos             | Creciente  |

Esta tabla (Tabla 18) también muestra la posición geográfica de los nidos y especifica cuales fueron trasladados por presentar una ubicación riesgosa o cual(es) incubados *in situ*; se evidencia una marcada tendencia por especies hacia ciertos sectores de la playa, pues así lo indican las ubicaciones de los diferentes registros (a lo cual se hace referencia en el capítulo de condiciones medioambientales-aspecto geomorfológico). Como se evidencia, esta playa a pesar de ser altamente turística, transitada e iluminada presentó eventos incluso con posteriores eclosiones exitosas por lo que es necesario implementar un mayor control en ella durante la temporada para no perturbar el ciclo reproductivo de las hembras anidantes a este sector y así perpetuar y si es posible incrementar la población arribante en dicha playa; para esto se recomienda la reducción de luz artificial por lo menos durante la temporada de anidamiento (marzo-septiembre) en las horas de la noche y el control de uso de linternas y realización de fogatas en esta, así mismo la integración y disposición de información hacia los turistas y residentes del sector de que esta es un playa a la cual arriban diferentes especies de tortugas marinas a culminar su ciclo reproductivo ya que en muchos casos los turistas no tienen conocimiento al respecto; de esta manera se estaría creando cierta conciencia en las personas lo cual es fundamental para la conservación de especies en peligro o riesgo como lo son todas las especies tortugas marinas que frecuentan el sector.

La Tabla 19 a muestra información acerca del contenido original de las nidadas encontradas (en algunos casos no se reubicaron la totalidad de huevos inviables -Figuras 16 a-b y Figura 17- ), así mismo se encuentra la fecha de postura, eclosión y/o exhumación, cantidad de huevos (viables e inviables) y neonatos liberados. Es así como en el momento de la extracción para la reubicación se encontraron un total entre huevos viables e inviables de 102 huevos en N1 (83 viables y 19



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

inviabiles); N2 presentó 85 (71 viables, 14 inviables); y N3 un total de 113 (72 viables y 41 inviables) aunque durante el proceso de localización se rompieron dos de los huevos viables; por último N4 contenía un total de 102 huevos (90 viables, 12 inviables) y solo se pudo conocer su contenido hasta el momento de la exhumación. Es importante mencionar que de los huevos reubicados en N3 solo se trasladaron 12 del total de huevos no viables, información que fue proporcionada por el personal que participó en la reubicación puesto que se llevó a cabo en el mes de mayo y el presente estudio empezó el monitoreo de la temporada en el mes de junio. Las Tablas 19 b y c especifican la cantidad de huevos sembrados en cada nido reubicado en la playa y las incubadoras, además los neonatos liberados en cada uno así como algunas características de desarrollo de los huevos no eclosionados.

**Tabla 19.** Nidos reportados para la temporada 2005. **a)** Ref.: referencia del nido; FD: fecha de desove; FE: fecha de eclosión; F Exh: fecha de exhumación TI: tiempo de incubación; PN: profundidad del nido; PH: profundidad a la que se encontró el primer huevo del nido; HV: huevos viables; HI: huevos inviables (sin yema); AH: ancho de la huella; FL: fase lunar; NL: neonatos liberados. \*numero de huevos viables restando los dos que se rompieron. **b)** Información acerca de los nidos trasladados al corral. HSDA: huevos sin desarrollo aparente; HNE: huevos no eclosionados (embriones en estadios tempranos o medios); ETNE: embriones a termino no eclosionados. **c)** información N2 (01/05/2005) trasladado a las neveras de poliuretano

a)

| Ref. | FD         | FE         | FExh.      | TI (días) | PN (cm) | PH (cm) | HV  | HNV | AH  | FL        | No.NL |
|------|------------|------------|------------|-----------|---------|---------|-----|-----|-----|-----------|-------|
| N1   | 27/04/2005 |            | 07/08/2005 | 72        | 76      | 50      | 83  | 19  |     | menguante |       |
| N2   | 01/05/2005 | 10/07/2005 | 12/07/2005 | 70        | 73      |         | 71  | 14  | 180 | menguante | 24    |
| N3   | 11/05/2005 | 07/07/2005 |            | 57        | 50      |         | 70* | 41  |     | creciente | 54    |
| N4   | 12/07/2005 |            | 08/09/2005 | 53        | 40      |         | 92  | 10  | 102 | creciente | 9     |

b) nidos trasladados al corral

| Nidos          | N 1 (27/04/05) |    |    |    | N3 (11/05/05) |    |
|----------------|----------------|----|----|----|---------------|----|
|                | A              | B  | C  | D  | E             | F  |
| #Total huevos* | 25             | 29 | 16 | 32 | 46            | 36 |
| Nacidos        | 0              | 0  | 0  | 0  | 33            | 21 |
| HSDA           | 25             | 29 | 16 | 32 | 0             | 5  |
| HNE            |                |    |    |    | 1             | 5  |
| ETNE           |                |    |    |    | 0             | 5  |

c) nido trasladado a incubadoras

|        | N2 Incubadoras (01/05/05) |    |    |    |
|--------|---------------------------|----|----|----|
|        | I1                        | I2 | I3 | I4 |
| #Total | 18                        | 20 | 21 | 24 |
| Nacido | 9                         | 0  | 9  | 6  |
| HSDA   | 2                         | 1  | 4  | 6  |
| HNE    | 1                         | 17 | 2  | 6  |
| ETNE   | 3                         | 2  | 3  | 4  |

En estos resultados se observa que los períodos de incubación variaron notoriamente incluso entre especies, aunque se encuentran entre los períodos establecidos (De Haro & Tröen, 2006), (Avendaño *et al.*, 2002); pues N2 y N3 a pesar de corresponder a la misma especie (tortuga canal) muestran marcadas diferencias al respecto (Tabla 19 a), lo cual muy probablemente se deba a la



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

temperatura y humedad que presentó cada uno de los nidos durante su incubación, estos temas se abarcaran posteriormente más a fondo; con respecto a N1, se describió como nidada sin desarrollo puesto que al realizar una inspección a los 72 días de incubación se evidenció que ninguno de los huevos observados presentó ningún tipo de desarrollo o por lo menos este no fue evidente ya que no se observó presencia de embriones en ningún estadio ni temprano ni tardío o discos embrionarios, característica que expresaron todos los huevos examinados (Figura 38), esto podría ser debido a que la tortuga era muy joven o a una proporción sesgada de sexos donde durante décadas solo se produjeron hembras por lo cual no hubo fecundación previa al anidamiento (Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000).



**Figura 38.** Esta figura muestra uno de los huevos extraídos de N1 después de 72 días de incubación, nótese que no se observa ningún embrión, mancha de sangre o alguna evidencia de desarrollo embrionario así sea muy temprano. **Tomado:** Escobar Vázquez, 2005

Respecto a las fases lunares en las que se presentaron los diferentes eventos se puede evidenciar que contrario a lo que se espera no todas las anidaciones se presentaron con noches completamente oscuras, pues N1 se presentó en luna menguante pero esta aún se encontraba grande pues la luna llena de este mes se presentó el día 23 (cuatro días antes de la ovoposición) por lo que no se puede decir que esta fuera una noche oscura, a menos que el cielo durante el momento del anidamiento hubiera estado completamente nublado, lo cual no se puede asegurar puesto que esta nidada fue depositada fuera del período en el que se inició el presente estudio; con respecto a N2 esta se presentó durante luna menguante (media luna) pero en este caso si se puede confirmar que durante la noche del desove el cielo se encontraba bastante nublado impidiendo la entrada directa del reflejo lunar, además llovió considerablemente y se presentaron numerosos rayos lo que se encuentra dentro de las condiciones óptimas de desove teóricas, aunque como se ha demostrado



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

no es una característica indispensable en el momento de la ovoposición pues pueden existir excepciones; finalmente N3 y N4 se presentaron en noches de luna creciente pero esta se encontraba muy pequeña y por lo tanto no iluminaba la playa considerablemente por lo que se puede decir que estas dos nidadas fueron depositadas durante noches oscuras. Los demás eventos observados (Tabla 18) se presentaron también durante noches en que la luna no presentaba su mínima expresión corroborando el hecho de que estos individuos no arriban a las playas durante noches exclusivamente oscuras (Anexo F).

Como se ha expresado anteriormente, la cantidad de tortugas marinas que arriban a las determinadas playas de anidamiento no es la misma de una temporada a otra, esto es debido a que de un año a otro generalmente las poblaciones anidantes son distintas ya que como es sabido el intervalo de remigración varía entre 2-4 o más años de acuerdo a la especie (Alvarado y Murphy, En: Eckert *et. al* 2000) (Tabla 1 Anexo B); además este número de hembras anidadoras también se ve afectado enormemente por causas relacionadas a fenómenos ambientales poco comprendidas y estudiadas (Richardson, J 2000 En: Eckert *et. al*, 2000). Esto se puede evidenciar al observar los resultados de los estudios llevados a cabo por Ospina & De Luque (2005) y Escobar (2007) que se llevaron a cabo en la misma playa durante años consecutivos (temporadas 2004 y 2005 respectivamente) los cuales demuestran las claras diferencias en la actividad de estos organismos de un año a otro.

**7.2.1 Período de incubación:** El período de incubación y/o desarrollo embrionario es tal vez uno de los periodos más críticos de todo el ciclo de vida de las tortugas marinas (Lutz & Wineken, 1997), pues de este depende en gran medida la sobrevivencia de futuras generaciones de tortugas marinas (Miller, 1987 En: Rosano & Deloya, 2002); además varía tanto de una especie a otra (Tabla 1 Anexo B) como de acuerdo a las condiciones bajo las cuales se lleve a cabo (i. e humedad y temperatura, además presencia de lluvias, depredadores, etc.). Siendo los factores ambientales más relevantes de este lapso la temperatura de incubación del sedimento así como la humedad del mismo.



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Durante este proceso, existe un consumo de nutrientes y producción de calor metabólico, por lo cual hay un continuo intercambio de gases y agua con el medio por esta razón es tan necesario conocer y comprender el comportamiento de la humedad y la temperatura durante este período, así como la calidad y tipo de sedimento ya que es a través de este que se lleva a cabo todo el intercambio (i. e de nutrientes, gaseoso, humedad, etc.) (Márquez, 1996). Este período se comprende de dos fases claramente diferenciadas: la primera abarca desde la postura hasta la eclosión y la segunda desde la eclosión hasta la emergencia del neonato a la superficie (Avendaño *et al.*, 2002).

**7.2.1.1 Temperatura del sedimento:** ya que la temperatura del sedimento durante la incubación varía durante el día y en ciclos estacionales, además influye en la sobrevivencia embrionaria y determina tanto el sexo (Determinación Sexual Ambiental o DSA) como el tiempo que durará la misma (Merchant, H. En: Eckert *et al.*, 2000), es necesario llevar un monitoreo continuo de este factor durante todo el proceso (Miller En: Eckert *et al.* 2000). La Tabla 20 muestra las temperaturas promedio registradas y sus respectivos estadísticos para las nidadas uno, dos y tres (N1, N2, N3) durante mayo-julio (N1, N2 y N3) y para la nidada 4 (N4) durante julio-agosto.

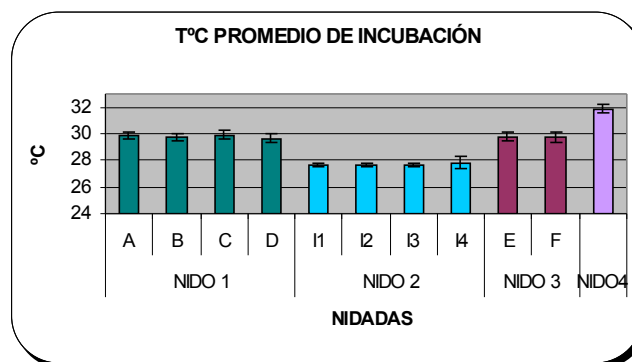
**Tabla 20.** Temperaturas promedios y sus respectivos estadísticos para las nidadas correspondientes a tortuga canal durante mayo-julio, N1, N2 y N3 (los reportes del mes de mayo fueron reportados y registrados por otro investigador, ver Escobar, 2007); N4 nidada correspondiente a tortuga carey, registro de datos durante julio-septiembre (fecha de exhumación)

|                 | NIDO 1 |        |        |        | NIDO 2 |        |        |        | NIDO 3 |        | NIDO4  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                 | A      | B      | C      | D      | I1     | I2     | I3     | I4     | E      | F      |        |
| <b>PROMEDIO</b> | 29,871 | 29,752 | 29,893 | 29,664 | 27,689 | 27,652 | 27,673 | 27,839 | 29,780 | 29,740 | 31,857 |
| <b>DESVEST</b>  | 2,463  | 2,295  | 2,322  | 2,347  | 1,087  | 1,048  | 1,052  | 1,062  | 2,330  | 2,451  | 2,532  |
| <b>N</b>        | 58     | 58     | 58     | 58     | 56     | 56     | 56     | 56     | 50     | 50     | 70     |
| <b>EE</b>       | 0,323  | 0,301  | 0,305  | 0,308  | 0,145  | 0,140  | 0,141  | 0,474  | 0,330  | 0,347  | 0,303  |
| <b>CV</b>       | 8,246  | 7,714  | 7,769  | 7,911  | 3,925  | 3,790  | 3,802  | 3,815  | 7,825  | 8,242  | 7,949  |



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

En esta tabla se puede apreciar que los nidos incubados ya sea en el corral o *in situ* pero en la playa presentaron temperaturas de incubación más elevadas que las del nido incubado en neveras portátiles pues la temperatura de estas últimas oscilo entre los 27°C en promedio, mientras que N1 y N3 (trasladados a la playa) presentaron temperaturas promedio entre los 29-30°C y N4 (nidada incubada *in situ*) presentó las mayores temperaturas de incubación (31.857+/-0.303°C) a pesar que durante dicho período se presentaron numerosas y fuertes lluvias lo cual se puede deber a concentración de calor en el sedimento durante las horas en que el sol era fuerte y la posterior nubosidad no permitió escapar eficientemente o a que los registros tomados se realizaron en los períodos durante los cuales la lluvia lo permitió por lo que no se tomaron posiblemente los valores más bajos (Figura 39). Como es evidente, esta tendencia de la influencia de la temperatura en los tiempos de incubación se vio reflejada en los períodos de desarrollo de las diferentes nidadas reportadas (comparando las tres nidadas de tortuga canal), pues en la nidada trasladada a neveras portátiles (N2) este fue mayor al evidenciado por la nidada eclosionada trasladada en la playa (N3) ya que esta eclosionó a los 57 días mientras que los huevos de las incubadoras eclosionaron a los 70 días de incubación, así mismo, es importante mencionar la gran influencia que tiene la humedad del sedimento para el efectivo desarrollo de los huevos y la duración de esta.



**Figura 39.** Temperaturas de incubación promedio para las cuatro nidadas registradas, de tortuga canal (N1, N2 y N3) con sus respectivas desviaciones estándar y una de tortuga Carey (N4)

Por otra parte, con respecto al análisis estadístico realizado para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de incubación de las cuatro nidadas y sus respectivos nidos (en el caso de nidadas reubicadas y separadas, se evidencia que el



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

comportamiento de la temperatura de incubación no presenta una distribución normal para ninguna de las nidadas, pues el p-Value de la prueba Shapiro-Wilks en ninguno de los casos superó el valor de 0,05 por lo que se rechaza  $H_0$ , según la cual las muestras provienen de este tipo de distribución (Tabla 21); con respecto a la homogeneidad de varianzas (Test de Bartlett) el resultado obtenido indica que por presentar un p-Value menor a 0,05 (B p-Value= 0,000) se rechaza  $H_0$  que indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de las muestras ( $H_0: S^2N1= S^2N2= S^2N3= S^2N4$ ), o sea, que en este caso sí se presentan dichas diferencias entre varianzas de las diferentes nidadas (N1, N2, N3 y N4) con un 95% de confiabilidad; por su parte para la comparación entre las cuatro nidadas, y una vez determinado que los datos no son paramétricos se aplicó el test de Kruskal-Wallis (H), de acuerdo a este test la  $H_0$  enuncia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las muestras y es rechazada sí el p-Value es inferior a 0,05 como sucedió en este caso ( $H= 187,242$ ; p-Value= 0,00;  $GL=3$ ) (Tabla 21), lo que indica entonces que sí existen dichas diferencias entre las cuatro nidadas, observándose que las nidadas más diferentes son N2 y N4, mientras que N1 y N3 no presentaron mayores diferencias entre si. Esto puede expresar que el medio o lugar en el que se lleve a cabo la incubación va a interferir directamente en el comportamiento de variables como la temperatura de desarrollo, es así como en este caso se evidencia que la mayor diferencia la presentó N2 (nidada incubada en neveras portátiles) como se aprecia en la gráfica (Figura 40), correspondiendo a la única nidada que no se desarrolló en la playa (Cuadro 2, Anexo G).

**Tabla 21.** Resultados de los Test estadísticos aplicados; S.W: Shapiro Wilks **a)** Test de normalidad (SW), homogeneidad de varianzas y Kruskal Wallis (H) para la temperatura de incubación entre las diferentes nidadas; **b)** homogeneidad de varianzas y test de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias entre los diferentes métodos de incubación **c)** Entre los diferentes nidos de cada una de las nidadas trasladadas; **c)** estadísticos para los diferentes métodos de incubación

**a)**

| NIDO | S.W<br>p Value | Test Bartlett<br>p Value | Kruskal-Wallis<br>p Value |
|------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| N1   | 1,11E-16       |                          |                           |
| N2   | 0              | 0                        | 0                         |
| N3   | 1,21E-05       |                          |                           |
| N4   | 1,98E-02       |                          |                           |

**b)**





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| TIPO DE INCUBACIÓN   | Test Bartlett<br>p Value | Kruskal-Wallis<br>p Value |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Traslado en la playa | 0,9927                   | 0,9922                    |
| Incubadoras          | 0,993                    | 0,8314                    |
| <i>In situ</i>       | 0,000                    | 0,000                     |

c)

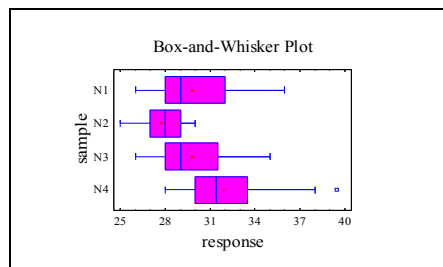
| NIDADA | Nido | S.W<br>p Value | Test Bartlett<br>p Value | Kruskal-Wallis<br>p Value |
|--------|------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| N1     | A    | 0,011          | 0,954                    | 0,932                     |
|        | B    | 0,005          |                          |                           |
|        | C    | 0,007          |                          |                           |
|        | D    | 0,000          |                          |                           |
| N2     | I1   | 5,61E-06       | 0,993                    | 0,831                     |
|        | I2   | 1,31E-04       |                          |                           |
|        | I3   | 3,31E-07       |                          |                           |
|        | I4   | 7,80E-06       |                          |                           |
| N3     | E    | 0,046          | 0,725                    | 0,824                     |
|        | F    | 0,002          |                          |                           |
| N4     |      | 0,020          | 0,000                    | 0,000                     |

Por su lado como las nidadas reubicadas fueron separadas en diferentes nidos, también se buscó identificar si entre cada uno de estos se presentaron diferencias significativas de esta variable a lo largo del período de incubación (Tabla 21 c), es así como con respecto a N1 (nidos A, B, C, D) si existe homogeneidad de varianzas entre estos y al aplicar el test de Kruskal-Wallis (p-Value 0,932) se acepta  $H_0$ , es decir que no existen diferencias entre las medianas de los nidos con un 95% de confiabilidad; con respecto a los nidos o a cada una de las incubadoras en las cuales se dividió N2 (I1, I2, I3, I4) se aprecia que igual que en el caso anterior no existen diferencias entre las varianzas de cada una de las incubadoras (Bartlett p-Value 0,993), así mismo el test de Kruskal-Wallis evidenció que no existen diferencias estadísticamente representativas entre las medianas de estas



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

(p-Value 0,831); finalmente respecto a N3 (nidada trasladada en la playa y dividida en los nidos E y F) también se presenta homogeneidad de varianzas y el Test de Kruskal-Wallis tampoco arrojó diferencias entre las medianas de estos dos nidos (p-Value 0,824). Concluyendo que las diferencias de temperatura existentes se presentaron entre medios de incubación diferentes (i.e incubadoras, reubicación en la playa, e *in situ*) más no entre los mismos métodos, ya que no existieron diferencias para los nidos entre si de las nidadas reubicadas en la playa N1 (A, B, C, D) y N3 (E y F) (H: 0,4969; p-Value 0,9922; GL: 5) ni entre los de las incubadoras N2 (I1, I2, I3, I4) Tabla 21 c (Cuadro 2, Anexos G ).



**Figura 40.** Grupos de nidadas semejantes con respecto a su temperatura de incubación, nótese que N2 es la que mas difiere entre las cuatro

La temperatura es considerada como uno de los principales factores que afectan la historia de vida de las tortugas marinas (Davenport 1997, En: Mazaris *et al.* 2004); el rol que esta desempeña ha sido identificado como uno de los factores básicos que tiene diversos efectos en los procesos fisiológicos y conductuales de las especies (Miller, En: Lutz & Musick, 1997). Como en los demás reptiles determina el sexo en las crías (tal como se menciona previamente) y se ha descrito que la “temperatura pivotal” (en la cual la proporción de sexos es 1:1) se encuentra entre los 29.25-29.50°C en Surinam y la Guyana Francesa (Mrosofsky *et al.*, 1984; Rimblot-Baly *et al.*, 1986 y 1987 En: Mazaris, 2004); mientras que el desarrollo exitoso de los embriones se lleva a cabo principalmente entre los 23-33°C Miller, En: Lutz & Musick, 1997) o alternativamente entre 25-27°C y 33-35°C (Ackerman, En: Lutz & Musick, 1997), fuera de estos intervalos los embriones no logran sobrevivir (Frazier En: Eckert *et al.*, 2000); observándose que la temperatura de incubación de las nidadas monitoreadas en esta investigación se encuentran dentro de los rangos óptimos de supervivencia establecidos (Tabla 20); además se conoce que la incubación en temperaturas superiores a los 30°C favorece la producción de hembras (Wibbels, En: Lutz *et al.*, 2003) por lo que es posible que N4 halla producido en su mayoría hembras ya que fue la única nidada que presentó una temperatura



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

de incubación promedio superior a los 30°C, aunque también debe tenerse en cuenta que factores microambientales como el calor metabólico producido por los huevos pueden causar temperaturas dentro de la cámara de incubación diferentes a la temperatura del sedimento circundante (Mrosovsky & Yntema, 1980). Conjuntamente a la temperatura de incubación, la temperatura del mar también juega un papel importante en estos individuos, siendo reconocida como un estímulo dinámico que afecta tanto directa como indirectamente los procesos internos y externos asociados con la reproducción, la disponibilidad de alimento, la periodicidad de anidamiento y el período de remigración, por lo que cambios en esta inferirían en cambios en el comportamiento general de estos organismos (Mazaris *et al.*, 2004).

Por otro lado, respecto a los porcentajes de eclosión y emergencia en la Tabla 22 se muestra cada una de las categorías presentadas para describir el contenido hallado dentro de los nidos en el momento de la exhumación y poder evaluar los porcentajes de eclosión (%EEc) y emergencia (%EEem) de cada una de estas, se hace evidente pues, que el nido que obtuvo mayor éxito de eclosión fue N3 con un 75,000%, seguido por el nido incubado en las cajas de poliuretano (incubadoras portátiles) N2 con un 34,783% de eclosión y por último se encuentra el nido de carey incubado *in situ* con 22,826% de eclosión; respecto al porcentaje de emergencia como era de esperarse para las tres nidadas este fue inferior que el de eclosión (Tabla 22). Estos resultados demuestran que la incubación artificial y la reubicación realizados bajo los parámetros adecuados sí pueden ser una alternativa efectiva para incrementar los porcentajes de eclosión y emergencia de nidadas que se encuentren en riesgo por su ubicación. Es indiscutible que el nido del 11 de mayo (N3) se encontró bajo unas buenas condiciones de incubación ya que presentó un alto porcentaje de eclosión, además solo se observaron unos cuantos huevos que no lograron desarrollarse exitosamente; adicionalmente no se observó evidencia de depredación ni exceso de humedad (presencia de hongos en los huevos) por lo que se puede decir que se lograron mitigar estas dos principales amenazas que enfrentan los huevos durante su período de incubación, mientras que de haberse dejado en el lugar donde fueron puestos originalmente por la tortuga hubieran sufrido una fuerte inundación y por lo tanto altos niveles de humedad, pues se encontraban muy cerca de la línea media de marea (como sucedió con N4); además teniendo en cuenta que el otro nido trasladado dentro de la playa (N1) a pesar de no presentar ningún desarrollo aparente, tampoco



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

presentó evidencia de humedad excesiva, depredación de huevos, perforación de estos por las raíces de plantas rastreras de la zona (*Ipomea pescapre*), etc.; se puede afirmar entonces, que por lo menos para el presente trabajo y para la tortuga canal la reubicación de nidadas en riesgo a “corrales” adecuados dentro de la misma playa es una buena estrategia para reducir ciertas amenazas a las que se enfrentan los huevos durante el crítico período de incubación, aunque se debe tener en cuenta que este es un procedimiento que se debe llevar a cabo muy cuidadosamente y solo en casos indispensables pues a pesar de evidenciar resultados positivos no es un método 100% efectivo y lo ideal es manipular los huevos lo menos posible (Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000) y el desarrollo *in situ*. Con respecto a la actividad de avivamiento, N3 presentó condiciones bastante normales sin mayores contratiempos iniciándose el día 07 de junio aproximadamente hacia las 21:00 horas en una noche completamente despejada y oscura.

**Tabla 22.** Contenido de los nidos exhumados con los porcentajes de eclosión y emergencia de estos. CV: cascarones vacíos; HSDA: huevos sin desarrollo aparente; HNE: huevos no eclosionados; ETNE: embriones a término no eclosionados NL: Neonatos liberados; HV: huevos viables; NSD: nidada sin desarrollo. En esta tabla no tienen en cuenta los huevos inviables.

|          | nido | # CV | HSDA | HNE | ETNE | E  | V  | M | D | NL | HV | % Eclosión | % Emergencia |
|----------|------|------|------|-----|------|----|----|---|---|----|----|------------|--------------|
| 27/04/05 | N1   | NSD  | 83   | 0   | 0    | 0  |    |   |   | 0  | 83 |            |              |
| 01/05/05 | N2   | 24   | 24   | 17  | 4    | 14 | 10 | 2 | 0 | 24 | 71 | 34,783     | 17,391       |
| 11/05/05 | N3   | 54   | 8*   | 5   | 5    | 32 | 22 | 0 | 0 | 54 | 72 | 75,000     | 44,444       |
| 12/07/05 | N4   | 21   | 0    | 5   | 63   | 12 | 9  | 0 | 3 | 9  | 92 | 22,826     | 13,043       |

Para N2 que fue el nido reubicado en las incubadoras portátiles, se observa en los resultados (Tabla 22) que presentó un porcentaje de eclosión inferior al esperado; pues se esperaba que este método fuera semejante o superior en éxito de eclosión al nido trasladado a la playa puesto que las condiciones estarían más controladas pero es evidente que no fue así, debido posiblemente a que el lugar en el que fueron dejadas las incubadoras era un poco frío y húmedo como se puede apreciar en las temperaturas de incubación ya que no le penetraba energía solar directamente, por esto el tiempo de incubación fue mucho mayor y sus temperaturas promedio menores. En esta línea de investigación no se había implementado esta metodología con esta especie por lo cual sería prematuro determinar que este procedimiento es menos eficiente; se recomienda para futuros casos reducir la cantidad de huevos en cada nevera e incrementar el grosor de las capas de arena que separan los huevos, así como ser muy cuidadosos al momento de seleccionar el lugar en el que se



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

localizarán finalmente las incubadoras y estar muy atento a las temperaturas y porcentajes de humedad durante la incubación, sometiéndolas a luz solar directa en caso de que la humedad este muy alta y la temperatura muy baja.

La nidada de *E. imbricata* (N4) por su parte, se desarrolló *in situ* (hacia el lado occidental de la playa) sobre la zona de vegetación, exactamente ubicada antes de la E1 (estación 1), es decir antes de los 190m occidente-oriente (Tabla 22). Esta nidada presentó algunos inconvenientes, primero puesto a que se decidió no trasladar el nido, este sufrió inundación debido al incremento de la marea y lluvias en el sector durante el mes de agosto, por lo que la arena se compactó; además debido a esto las marcas y señalización del nido fueron quitados por la acción del oleaje por lo que su posterior localización para realizar la exhumación se complicó un poco pues no se logró localizar el lugar exacto en un solo día por lo que fue necesario repetir esta labor un par de veces más hasta que ese localizó el nido que contenía 9 neonatos aún vivos y evidencia de que otros 11 habían logrado salir, pues se encontraron 11 cascarones vacíos y pescadores del sector reportaron haber observado aproximadamente 10 tortuguillas arribando al mar. Por esta razón tampoco fue posible determinar el tiempo exacto de incubación y se estimó entre 45-50 días. Se conoce que un factor que afecta negativamente el proceso de incubación es la lluvia excesiva en los nidos de tortuga ya que puede destruir los huevos (Ragotskie 1959; Kraemer y Bell 1980 En: Bjorndal, 1981 Tomo II); además Ackerman en 1980 infirió que la fuerte caída de lluvia, aún sino inunda el nido, puede afectar el período de incubación y disminuir los rangos de avivamiento por la interferencia (reducción) del intercambio gaseoso necesario dentro del nido. La inundación de los nidos con agua marina o por tormentas conlleva en efectos adversos en la supervivencia de los huevos (Bjorndal, 1981 tomoll), como sucedió con este caso pues, fue fuertemente lavado tanto por acción de la marea como por fuertes lluvias lo cual se evidenció al momento de realizar la exhumación ya que se encontraron numerosos embriones en avanzado estado de desarrollo, presencia de hongos y algunos cascarones rotos por lo que se cree que tal vez estas tortuguillas se ahogaron debido al déficit de intercambio gaseoso (absorción de oxígeno) pues el sustrato se encontraba compactado lo que impedía que dicho proceso se llevara a cabo eficazmente además de imposibilitar su emergencia (Figura 41).



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



**Figura 41.** Esta figura muestra uno de los huevos de N4 encontrados al realizar la exhumación, nótese el avanzado estado de desarrollo que presenta el embrión y la evidencia de hongos que se presenta en el cascarón (sección izquierda superior del mismo). **Tomado:** Franco Muñoz, 2005

Dadas las características de esta playa y observando reportes para la temporada del mismo año en otras playas del sector (Escobar, 2007; Borrero, 2007, Duarte en prep.) se puede notar que a pesar de que Arrecifes es una playa muy transitada, turística y por ende presenta una alta iluminación artificial nocturna, continúa siendo un sector apto para el anidamiento de tortugas marinas de diferentes especies pues en esta playa hubo reporte de tres especies: la laúd, la carey (estas dos con nidadas exitosas) y un caracoleo de caguama (Tabla 18); razón por la cual es necesario plantear e incrementar medidas permanentes que protejan la playa principalmente durante el período de actividad de anidamiento (Abril-Septiembre), algo fundamental es evitar al máximo iluminar la playa en la noche con el fin de mantener la población de hembras que anidan en este sector, así mismo, se debe prohibir el tránsito de vehículos pesados y hablar con la comunidad buscando integrarla en el tema de la protección.

Con el fin de determinar la eficiencia de las medidas de manejo empleadas en esta playa, se comparan los resultados obtenidos por Borrero, 2007 en la playa cañaveral durante la temporada 2005 (playa con condiciones similares a las reportadas en el presente estudio) donde se reportan 9 nidadas (dos de tortuga canal y las siete restantes de caguama), donde las dos nidadas de canal se perdieron por acción de la marea debido a su riesgosa ubicación, mientras que de las nidadas correspondientes a tortuga caguama solo una no se desarrollo exitosamente y las otras seis si, con %EEc de 38.75, 60.53, 88.33, 67.86, 25.71 y 100%; estas nidadas se desarrollaron *in situ* y como se expresa presentaron buenos %EEc en su mayoría, pero al comparar los resultados para la especie presente en ambas playas (canal) se evidencia claramente que al trasladar las nidadas de tortuga



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

canal presentadas en la playa Arrecifes se aseguró por lo menos el 30% de supervivencia de la nidada contrastando con la pérdida total de los nidos de esta especie para la playa cañaveral.

**7.2.2 Biometría de neonatos:** posteriormente, de cada una de las nidadas eclosionadas se tomaron 10 neonatos al azar (en el caso de N4 se tomaron los 9 individuos que se encontraron al momento de la exhumación) con el fin de realizarles el respectivo procedimiento morfométrico propuesto por Miller En: Eckert *et al.*, 2000 en el cual mediante un calibrador pequeño y teniendo especial cuidado al tomar las mediciones de no deformar el caparazón de las crías (pues este es muy flexible), se toman las medidas relevantes antes; así mismo se reportó y el peso, mientras fue posible (Bolten, En: Eckert *et al.*, 2000). En esta oportunidad solo se logro tomar el peso a una de las nidadas debido a inconvenientes con la balanza (Tabla 23).

**Tabla 23.** Medidas morfométricas de las 3 nidadas desarrolladas con sus respectivos estadísticos. Promedio, Desvest: desviación estándar, EE: error estándar, CV: coeficiente de variación

| Nidos            | N2 (incubadoras) |         |          |         | N3 (corral) |          | N4 (in situ) |         |          |         |
|------------------|------------------|---------|----------|---------|-------------|----------|--------------|---------|----------|---------|
|                  | Neonatos         | LT (cm) | LRC (cm) | AC (cm) | Peso (gr)   | LRC (cm) | AC (cm)      | LT (cm) | LRC (cm) | AC (cm) |
| N1               |                  | 8,6     | 6,1      | 3,9     | 45,8        | 6,7      | 4            | 6       | 4,1      | 3       |
| N2               |                  | 9,1     | 6        | 4,1     | 46,6        | 6,4      | 4,3          | 6,4     | 4        | 2,98    |
| N3               |                  | 9,4     | 6,5      | 4,1     | 50          | 5,9      | 4,2          | 6,4     | 4,1      | 3,1     |
| N4               |                  | 9,4     | 6,7      | 4       | 45,4        | 6,5      | 3,8          | 6,5     | 4,3      | 2,8     |
| N5               |                  | 9,1     | 6,3      | 4,1     | 44,2        | 6,4      | 3,7          | 6,6     | 4,2      | 3,2     |
| N6               |                  | 9,5     | 6,2      | 3,9     | 44,7        | 5,9      | 3,5          | 6,4     | 4        | 2,7     |
| N7               |                  | 8,9     | 6,4      | 4,1     | 46          | 5,8      | 4            | 6,5     | 4        | 2,7     |
| N8               |                  | 9,8     | 6,9      | 4,2     | 48,3        | 5,6      | 3,6          | 6,5     | 4,1      | 2,9     |
| N9               |                  | 10      | 6,8      | 4,3     | 50          | 6        | 3,7          | 6,7     | 4,2      | 2,8     |
| N10              |                  | 9,3     | 6,4      | 4,1     | 44,2        | 6,6      | 4            | ----    | ----     | ----    |
| N11              |                  | 9,31    | 6,43     | 4,08    | 46,52       | 6,2      | 4            | ----    | ----     | ----    |
| <b>PROMEDIOS</b> |                  | 9,310   | 6,430    | 4,080   | 46,520      | 6,182    | 3,891        | 6,444   | 4,111    | 2,909   |
| <b>Desvest</b>   |                  | 0,391   | 0,283    | 0,117   | 2,086       | 0,363    | 0,251        | 0,194   | 0,105    | 0,175   |
| <b>EE</b>        |                  | 0,118   | 0,085    | 0,035   | 0,629       | 0,109    | 0,076        | 0,065   | 0,035    | 0,058   |
| <b>CV</b>        |                  | 4,200   | 4,402    | 2,858   | 4,484       | 5,869    | 6,446        | 3,016   | 2,564    | 6,024   |

Es indudable que a pesar que existen diferencias de LRC y AC entre las nidadas de tortuga canal (N2 y N3) esta no es estadísticamente significativa, como se pudo notar al realizar la prueba T Student una vez verificada la homogeneidad de varianzas (Tabla 24). Como se muestra, el valor p



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

del test de Homogeneidad de varianzas (Bartlett's) es mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula según la cual:

H<sub>0</sub>: La varianza de los datos de LRC y AC del nido incubado en neveras portátiles (N2) es igual (=) a la varianza de las mismas variables en el nido incubado dentro de la playa en el "corral" (N3).

H<sub>a</sub>: La varianza de las dos variables (LRC y AC) de N2 es diferente (≠) a la varianza de dichas variables en N3

**Tabla 24.** Valores p arrojados por el programa statgraphics plus para el test de homogeneidad de varianzas y la prueba t student

| Pruebas                    | LRC      | AC      |
|----------------------------|----------|---------|
| Test Bartlett's<br>Valor P | 0,896719 | 0,87435 |
| T student<br>valor P       | 0,21375  | 0,11626 |

Después de corroborar la homogeneidad de varianzas se recurrió a aplicar el test student arrojando también un valor p mayor a 0.05 por lo que se aceptó la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) según la cual la media tanto de LRC como de AC en N2 es igual (=) a la media de las mismas variables de N3, es decir que no existe ninguna diferencia estadísticamente representativa entre la LRC y el AC de los neonatos de los nidos N2 y de N3. Indicándose que entre nidadas de la misma especie en esta playa no se presentan diferencias significativas entre las proporciones de las crías.

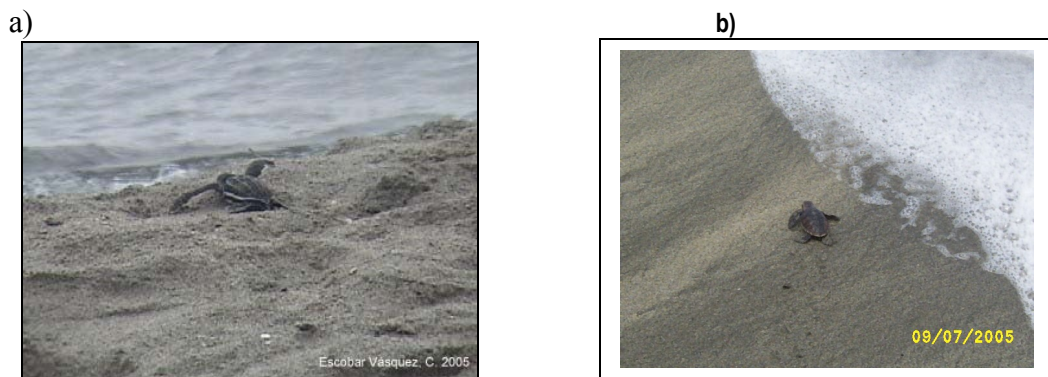




## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**7.2.3 Liberación de neonatos:** una vez los neonatos iniciaron su actividad de eclosión en los nidos se prosiguió a observarlos y si era indispensable se les colaboraba como en el caso de que alguno de los neonatos se estuviera ahogando se recurría a colaborarles un poco de lo contrario se les dejaba que ellos mismos salieran del cascarón y emigraran hacia la superficie. En el caso de las incubadoras portátiles el proceso fue más lento y estas eran retiradas de las incubadoras una vez llegaban a la superficie, aunque lo ideal es que las crías no dependan de la gente para su liberación (Mortimer, En: Eckert *et al.*, 2000).

Bajo condiciones naturales, los neonatos entran al mar en grupos, en puntos al azar y en tiempos poco predecibles; los neonatos nacidos en otros medios (i.e incubadoras, viveros, corrales, etc.) deben liberarse tan pronto sea posible con el fin de que no agoten la reserva energética almacenada en el saco vitelino, y se debe evitar liberarlos en un mismo punto a todos para evitar formar “estaciones de alimentación” para peces (Mortimer, En: Eckert *et al.*, 2000). Para el caso de esta playa, durante las liberaciones se separaron en diferentes grupos (de acuerdo a como iban eclosionando) y se liberaron en diferentes puntos a lo largo de esta, generalmente durante las primeras horas de la mañana o al atardecer buscando siempre que la temperatura de la arena no estuviera demasiado caliente, pues es necesario permitirles caminar por sus propios medios hasta el mar promoviendo la impronta (imprinting) de las condiciones de la arena de la playa (Figura 42).



**Figura 42. a)** Liberación de uno de los nueve neonatos de tortuga carey encontrados en el momento de la exhumación, **Tomado:** Franco Muñoz, 2005. **b)** Liberación de una de las nidadas perteneciente a tortuga canal, el neonato camina a lo largo de la zona media hasta que logra llegar al mar. **Tomado:** Escobar Vázquez, 2005.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**7.2.4 Exhumación:** como se puede observar en los resultados de la Tabla 19 tres de estos nidos se desarrollaron exitosamente, es decir, con resultado de por lo menos un 20% de avivamiento (N2, N3 y N4) mientras que para el caso de N1 la exhumación se realizó sin tener evidencia ni indicios de actividad de avivamiento de neonatos, por lo que debido a que el tiempo normal de incubación en esta especie es de aproximadamente 60 días y a los 70 días aun no se apreciaba ninguna actividad se decidió cerciorarse de que el desarrollo de los embriones se estaba presentando correctamente, por lo que se prosiguió a realizar la exhumación y al no observar ningún desarrollo pues ni siquiera se detectó evidencia del disco embrionario, la conclusión a la que se llegó fue que N1 era una nidada sin desarrollo aparente (Figura 43).



**Figura 43.** Exhumación de la nidada reportada como nidada sin desarrollo aparente: N1, obsérvese que ninguno de los huevos presenta ningún signo de desarrollo. **Tomado:** Escobar Vázquez, 2005.

Por otro lado, para las restantes nidadas (incluso N2) la exhumación se realizó aproximadamente 48 horas después del inicio de la actividad de eclosión, dándole tiempo a posibles crías que aún se encontraran en su proceso de eclosión y una vez extraída y catalogada la información encontrada en cada uno se prosiguió a llevar el contenido exhumado al mar o enterrarlo en un lugar diferente y alejado de otros nidos en desarrollo.

## 7.3 ACTIVIDADES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Durante la temporada 2005 en la playa Arrecifes se llevaron a cabo como parte complementaria, actividades de sensibilización acerca de la conservación de las tortugas marinas, entre estas actividades las principales fueron un par de charlas dictadas tanto a personal, residentes del sector y



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

turistas sobre biología general, estado de las tortugas marinas a nivel mundial, así como la situación de estos organismos en este sector del parque pues sorprendentemente muchas de las personas que visitan estas playas de manera recreativa ni siquiera estaban informados de la presencia de estos organismos en dichas playas; así mismo, se brindó información general de algunos cuidados a tener en cuenta durante el período que dura el anidamiento e incubación de estas especies tales como el uso mínimo de linternas en la playa, el cuidado que deben tener si observan hembras en su proceso de anidación, que se debe hacer si observan neonatos en las playas (en el caso que no halla presencia de funcionarios o investigadores en la zona), entre otros.

Así mismo se participó en la ejecución del “III Festival del Nacimiento” en el Sector de Cañaveral PNNT, contribuyendo en el aporte y socialización de los resultados obtenidos durante la temporada 2005, así como información general acerca del tema.

## **CONCLUSIONES**

- ◆ Las condiciones geomorfológicas (pendientes apropiadas) y oceanometereológicas presentadas en la playa Arrecifes son favorables para la actividad de anidación de tortugas marinas.
- ◆ A pesar del alto impacto ejercido por el hombre en esta playa (i.e alteración morfológica debido a asentamientos humanos, implementación de estructuras de estabilización tales como costales, incremento turístico y por ende mayor iluminación artificial, incremento de animales domésticos, entre otros), esta aún continúa presentando características apropiadas como: superficies de playa, leves pendientes, energía del mar favorable, etc. para la culminación de los eventos reproductivos (anidamientos) de diferentes especies de tortugas marinas.



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- ◆ La especie más representativa para esta playa durante la temporada de anidamiento (junio-septiembre) de 2005 fue *D. coriacea* con presencia de tres nidadas depositadas (una de ellas sin desarrollo aparente), seguida por *E. imbricata* con reporte de una nidada y cuatro arribamientos (caracoleos) y por último un evento de caracoleo para la especie *C. caretta*.
- ◆ Se presentó una clara tendencia en las arribaciones de las dos especies principales, en la cual *D. coriacea* prefirió en todas las oportunidades el costado Este de la playa, mientras que *E. imbricata* eligió fundamentalmente el sector Oeste de la misma, lo cual puede estar relacionado con las características de superficie de playa particulares de cada zona, en donde hacia la parte Este se presentan mayores y más despejadas superficies de playa, mientras que hacia el Oeste la playa es más reducida y presenta una menor accesibilidad.
- ◆ El tipo de sedimento predominante durante el período de estudio llevado a cabo en la playa Arrecifes-PNNT se constituye principalmente de arenas finas seguido por arenas medias.
- ◆ La temperatura ambiente presenta menores fluctuaciones que la temperatura del sedimento, posiblemente debido a las características de ambos medios.
- ◆ La temperatura del sedimento y la humedad influyen dramáticamente en los períodos y éxitos de incubación, es así como nidadas con menores temperaturas de incubación y sometidas a más altos rangos de humedad requieren mayores tiempos de desarrollo que nidadas incubadas bajo condiciones contrarias (mayores temperaturas y menores condiciones de humedad).
- ◆ Las medidas de manejo como reubicación (ya sea a corrales o a incubadoras portátiles) en casos necesarios puede incrementar notablemente los porcentajes de supervivencia de nidadas en peligro.
- ◆ En las noches de cambio de luna se presentan mayores reportes de actividad de anidamiento, no siendo una condición específica en el comportamiento de estos individuos arribar en noches oscuras.
- ◆ Para este estudio la medida de manejo más efectiva fue el traslado a corrales dentro de la misma playa con porcentajes de eclosión (%EEc) superiores al 70%, seguida por la incubación en neveras portátiles con EEC=36%.
- ◆ En futuros traslados a incubadoras portátiles debe tenerse muy en cuenta la cantidad tanto de huevos trasladados a cada una de las neveras como el grosor de las capas de arena entre cada



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

capa de huevos, así como también el lugar de ubicación final de las mismas, pues no deben dejarse en lugares demasiado húmedos ya que los huevos pueden sufrir alta susceptibilidad a presentar hongos interrupción en su desarrollo.

- ◆ Las tortugas marinas no arriban a las playas únicamente en condiciones de noches oscuras, su tendencia se rige más por los cambios de luna que por la misma iluminación lunar.
- ◆ Es necesario tener en cuenta que para lograr resultados en un proyecto de conservación como se espera lo sea esta línea es fundamental el trabajo con la comunidad, y la implementación de la educación ambiental en los colegios de las poblaciones directamente relacionadas ya que de no actuar conjuntamente el resultado no será el esperado.

## **RECOMENDACIONES**

- Continuar con los monitoreos intensivos aunque la intensidad horaria de los mismos se debe reducir (intervalos entre tomas de muestras mayores a cuatro (4) horas) debido a que los cambios más frecuentes se pueden evidenciar realizando 3 o cuatro tomas diarias de datos.
- Durante los meses correspondientes a la temporada de anidación de tortugas marinas (finales de marzo hasta principios de octubre) se recomienda evitar al máximo cualquier tipo de iluminación artificial en la playa bien sea faros, bombillos, linternas o fogatas, pues esta es uno de los principales factores influyentes en el fracaso de algunos intentos de desove ya que las hembras se alejan por la luz.



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

- Mayor interés por parte de los funcionarios en las labores de monitoreo de las temporadas, ya que el monitoreo de una playa durante 4-6 horas todas las noches realmente no es posible para una sola persona.
- En relación con futuros traslados a incubadoras o neveras de poliuretano se recomienda incrementar el grosor de la capa de arena entre cada capa de huevos y así mismo disminuir la cantidad de huevos en cada nevera (menos de 20 huevos en cada una), así mismo tener claridad al momento de registrar el contenido reubicado en cada uno de los nidos (en el caso de dividir cada nidada).
- Reducir la cantidad de muestras de sedimento recolectadas ya que no se presentan cambios significativos con respecto al tipo de sedimento en diferentes momentos del día y de hecho no se presentan diferencias de un día a otro.
- Mayor divulgación de información por parte de funcionarios e investigadores hacia los turistas y residentes del Parque acerca de la importancia que tienen estas playas para la culminación de los procesos reproductivos de algunas especies de tortugas marinas.
- Realizar más dinámicas lúdicas con niños y pescadores tanto del sector como de áreas aledañas haciendo énfasis en la importancia que tienen las diferentes especies (en este caso tortugas marinas) en el ecosistema.
- Informar a la comunidad residente acerca de los beneficios que puede llegar a tener en algunos casos el traslado por parte de personal capacitado de nidadas ubicadas en lugares de peligro inminente (erosión de la playa, depredación, saqueo, etc.).
- Para posteriores trabajos de campo se recomienda contar con termocuplas que facilitaran el registro de las temperaturas de los nidos proporcionando una mayor disponibilidad de datos, así mismo es necesario contar con un inclinómetro adecuado para evitar sesgos en la toma de información (pendientes).



## BIBLIOGRAFÍA

- ACKERMAN, R. A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. En: Lutz, P. L. & Musick, J. A. (eds). *The Biology of Sea Turtles*. CRS Press, New York, pp 83-106.
- ----- . 1980. *Physiological and Ecological Aspects of Gas Exchange by Sea Turtle Eggs*; En: American Zoologist On Line, Vol 20 # 3; pp 575-583.
- ALMANZA, V; Jáuregui, A; Ramírez, O. 2002. *Organismos marinos del PNN Tayrona: las 100 especies más sobresalientes*. Impresión Lito Camargo. Ministerio del Medio Ambiente.



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- ALVARADO, J; Murphy, T. 2000. Periodicidad en la Anidación y el Comportamiento entre Anidaciones EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- ARIAS, A. P.; Gómez, L. A.; Manrique A; Moreno, A. A. 2002. *Caracterización de playas de Anidamiento de Tortugas Marinas en el sector de Arrecifes en el PNNT y adecuación de dos sistemas de incubación artificial*. Seminario de investigación II, facultad de Biología Marina, UJTL. Santa Marta.
- ARZOLA-González, J. F. 2007. *Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschsholtz 1829)*. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3), 377-383 pp. Diciembre 2007.
- AVENDAÑO, I.; Muñoz, A.; Varela, N. 2002. *Aproximación al Conocimiento sobre la Reproducción de los Quelonios*. Grupo de Estudio de Animales Silvestres (Boletín GEAS), volumen III, Núm 1-6. 42-56pp.
- BENAVENTE, J.; Del Río, L.; Anfuso, G.; Gracia, F.J.; Reyes, J.L. 2002. *Utility of Morphodynamic Characterization in the Prediction of Beach Damage by Storms*. Journal of Coastal Research, Special Issue 36,. Littoral and Marine Geology Research Group. Spain. 56-64 pp.
- BJORNDAL, K. 1981. *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Tomo II. Editor Washington, D.C. in cooperation with World Wildlife Foundation, Inc.
- BOLTEN, A. 2000. Técnicas para la Medición de Tortugas Marinas; pp 126-131. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Inveztigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- BORRERO A., W. J. 2007. *Caracterización de la Playa de Anidamiento de Tortugas Marinas "Cañaveral" Sector Cañaveral (Ecohab)- Parque Nacional Natural Tayrona, Temporada 2005*. Trabajo de pregrado para optar por el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- BOULON, R. 2000. Reducción de las Amenazas a los Huevos y las Crías: Protección *In situ* EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Inveztigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- CARR, A.; Carr, M. H.; Meylan, A. 1978. The ecology and migrations of sea turtles. 1-46pp. The West Caribbean green turtle colony. Bull Amer. Museum Natural of History. 162 pp.





### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

- CHACÓN, D. (Asociación ANAI); Araúz, R. (PETROMA). 2001. Diagnóstico Regional y Planificación Estratégica para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. Elaborado por: La Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. Septiembre 2001, 136 pp.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas marinas (CIT), Secretaría. 2006. Amenazas a las Tortugas Marinas y Posibles Soluciones. Febrero, 2006. San José, Costa Rica.
- CÓRDOBA, J. A.; López, C. E. 1997. *Diagnóstico actual de las Tortugas Marinas, 1996, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. Tesis, Biólogo Marino y Bióloga con énfasis en Marina. UJTL y U. del Valle. Facultad Biología Marina y Facultad de Ciencias. 207pp.
- CUPUL M., L. A.; Möso A., C.; Sierra, J. P.; Martí, E.; Ferman A., J. L.; Rodilla, M.; González del Río, J.; Sánchez A., A. 2006. *Caracterización de Patrones de Distribución de los Sedimentos Superficiales en Bahía Cullera, España*. Ciencias Marinas, diciembre, año/vol. 32, número 004. universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 617-629pp.
- DE HARO, A.; Tröen, S. 2006. Reporte de Tortuga Baula 2005 Tortuguero, Costa Rica. Presentado a: Caribbean Conservation Corporation y al Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica 28 Marzo, 2006. 25 pp.
- DE LUQUE, A.; López B. E.; Rosada L., C.; Vera N. 2003. *Determinación de las condiciones de anidamiento, descripción de la actividad de la temporada de Tortugas Marinas en las playas focales del PNNT (2003) y Eficiencia de diferentes sistemas de incubación*. seminario II. UJTL. Santa Marta.
- -----; Ospina, C. 2005. *Caracterización de la playa de anidamiento de tortugas marinas "La Gumarra", Sector Arrecifes. Parque Nacional Natural Tayrona, temporada 2004*. Anteproyecto de trabajo de grado para optar por el título de Biólogo Marino y Biólogo. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina y Universidad del Tolima, Facultad de Biología.
- DIEZ, C; & Ottenwalder, J. 2000. Estudios de Hábitat EN; ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Inveztigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- -----; Abreu-Grobois, F. A (Editores). 2001. *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe- Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo*. Traducción al español por Rackel Briceño Dueñas y F. Alberto Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y El Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. xx + 170pp.



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- ECKERT, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- ESCOBAR-VÁZQUEZ, C. 2007. *Evaluación de la Actividad de Anidación, Caracterización de la Playa “La Gumarra” y Comparación de Dos Sistemas de Incubación de Tortugas Marinas (Sector Arrecifes-Parque Nacional Natural Tayrona*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ecóloga, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales- Carrera de Ecología. Bogotá D.C
- FERRER, Y.; Díaz-Fernández, R.; Díaz F., R. 2007. Características de la anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas* (Testudinata, Cheloniidae) en la playa Caleta de los Piojos, Cuba, a partir de marcaciones externas. *Animal Biodiversity and Conservation*, 3.2: 211-218 pp.
- FRAZIER, J. G. 2000. Conservación Basada en la Comunidad EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- ----- . 2001. Generalidades de la historia de vida de las tortugas marinas. En: *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe –Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo*. Editores: Eckert, K. & Abreu Grobois, A. 2001. 24 pp.
- GONZALEZ S., J. J. En preparación. Estudio de Caracterización y Seguimiento de la Actividad de Tortugas Marinas durante las Temporadas de Anidación 2005 y 2007 en la Playa Cañaveral - Ecohabs, Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) (Junio-Diciembre 2005 y Junio-Septiembre-2007). Tesis de pregrado para optar por el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- HERNÁNDEZ U., A & Cirilo B., M. G. 2005. *Resumen de la Tormenta Tropical “Arlene” del Océano Atlántico*. Comisión Nacional del Agua (CNA)-Subdirección General Técnica. Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, Subgerencia de Pronóstico Meteorológico (Junio 8-13 2005).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2007. Servicio Mareográfico: *Pronóstico Pleamares y Bajamares, Costa Caribe Colombiana 2008*. República de Colombia-Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 123 pp.
- INSTITUTO DE INVEZTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS “José Benito Vivez de Adréis”. Determinación de la Distribución y el Estado Actual de Conservación de las Tortugas Marinas en el Caribe colombiano. Informe Final. INVEMAR. Santa Marta. Diciembre de 2002.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- JÁUREGUI, A. 2000. *Procedimientos Metodológicos para la Caracterización de playas de Anidamiento. Caribe Colombiano*. Santa Marta: Universidad Jorge Tadeo Lozano – Sede Santa Marta. Fundación Museo del Mar- Acuario Mundo Marino, 40 pp.
- ----- 2007. *Programa de conservación de tortugas marinas*. 2° edición, Universidad Jorge Tadeo Lozano - Sede Santa Marta. Fundación Museo del Mar- Acuario Mundo Marino, 38 pp.
- LUTZ, P. L; Musick, J. A. 1997. *The Biology of Sea Turtles. Volume I. Marine science series (CRC PRESS)*, Boca Ratón, Florida, U.S. 431 pp.
- -----; -----; Wyneken, J. 2003. *The Biology of Sea Turtles, Vol. 2* CRC Press. 446pp.
- MAASS, M. 2007. *Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología*. Disponible en línea: <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/395/maass.html#top>. (Enero 10, 2008; 22:00)
- MARQUEZ, R. 1990. *FAO Species Catalogue. Vol II. Sea turtles of the world. An annotated and illustrates catalogue of the sea turtles species known to date*. Food and agriculture organization of the Unites Nations (FAO). Roma.
- ----- . 1996. *Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo*. D. R. © 1996, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. Carretera Picacho- Ajusco 227; 14200 México, D.F.
- MAZARIS, A.; Kornaraki, E.; Matsinos, Y.; Margaritoulis, D. 2004. *Modeling the Effect of Sea Surface Temperature of Sea Turtle Nesting Activities by Inveztigating Seasonal Trends* EN: *Natural Resource Modeling*. Vol 17, Num 4. 445-465 pp.
- MERCHANT L., H. 2000. Determinación del Sexo en Crías, pp150-155. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- MEYLAN, P. & Meylan, A. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas, pp 3-5. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- MILLER J. D. 1997. *Reproduction in Sea Turtles*, En.; LUTZ, P. L; Musick, J. A. 1997. *The Biology of Sea Turtle* CRC PRESS 1997. pp 39-75, Boca Ratón- Florida.
- ----- . 2000. Determinación del tamaño de la nidada y el éxito de eclosión EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para*



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

*la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.

- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. 2002. *Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales de Colombia*. Imprenta Nacional, Primera Edición, Bogotá-Colombia, 63pp.
- MORENO-MUNAR, A. 2006. *Tortugas marinas anidantes en los sectores de Arrecifes y Cañaveral, Parque Nacional Natural Tayrona, Santa Marta Caribe Colombiano (1999-2003)*. Tesis de pregrado para optar por el título de biólogo marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- MORTIMER, J. 2000. Reducción de las amenazas a los huevos y a las crías: Los viveros pag. 199-203 EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- MÖSSO A., C. 2004. *Estudio Numérico-Experimental de la Dinámica de la Zona Cercana a la Costa* [PDF]. Universidad Politécnica de Cataluña [Cataluña, España]. Mayo 2004. [Citada el 5 de febrero, 2007]. Disponible por Internet: [www.tdx.cesca.es/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-1213104-134941//07Ocma07de13.pdf](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1213104-134941//07Ocma07de13.pdf)
- MROSOVSKY, N & Yntema, C. L. 1980. *Temperature dependence of Sexual differentiation in sea turtles: Implication for conservation practices*. Biological Conservation; Vol 18, pp 59-65.
- MUSICK, J.A. 2003. *Sea Turtles*. Virginia Institute of Marine Science, USA. Disponible en línea: (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y4162e/y4162e73.pdf>, Fecha de consulta: Junio 2007)
- OSPINA, S; & De Luque, A. 2005. *Caracterización de la playa de anidamiento de tortugas marinas "La Gumarra", sector Arrecifes- Parque Nacional Natural Tayrona, temporada 2004*. Trabajo de grado para optar por el título de biólogo y biólogo marino. Universidad del Tolima y Universidad Jorge Tadeo Lozano. 144 pp.
- PRITCHARD, P. C. H; Mortimer, J. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies; pp 21-41. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- -----; Bacon, P.; Berry, F.; Carr, A.; Fletmeyer, J.; Gallagher, R.; Hopkins, S.; Lankford, R.; Márquez, R.; Ogren, L.; Pringle, W. Jr.; Reichart, H. y Witham, R. 1983. *Manual sobre técnicas de investigación y conservación de las tortugas marinas*, Segunda Edición. K.A. Bjorndal y G.H. Balazs, editores. Center for Environmental Education, Washington, D.C.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- -----, 1966. Occurrence of mesoplastra in a Cryptodiran turtle (*Lepidochelys olivacea*)", *Nature*, 210:652
- Projeto TAMAR-IBAMA. 2006. Projeto TAMAR-IBAMA and Sea Turtles of Brazil. World Wide Foundation. Consulta: [www.projetotamar.org.br](http://www.projetotamar.org.br); 25 Junio, 2006.
- RICHARDSON, J. 2000. Prioridades para los Estudios sobre la Biología de la Reproducción y de la Anidación, p 9-12. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- RINCÓN, M.; Rivera, D.F.; Rodríguez, C.; Tello, J.P. 2001. *Establecimiento de puntos focales de anidamiento de Tortugas marinas en el Sector Arrecifes del PNNT (Caribe Colombiano)*. Seminario de investigación II, Facultad Biología Marina. UJTL. Santa Marta.
- ROIG i MUNAR, F. X. 2004. *Análisis y Consecuencias de la Modificación Artificial del Perfil Playa-Duna Provocado por el Efecto Mecánico de su Limpieza*. En: *Inveztigaciones Geográficas* vol. 33 pp. 87-103. Instituto Universitario de Geografía-Universidad de Alicante.
- ROSANO-H., M. C.; Deloya, C. 2002. Interacción entre Trógidos (Coleoptera: Trogidae) y Tortugas Marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Acta Zool. Mex.* (n. s) 87:29-46 pp.
- RUEDA J. V., Ulloa G. A., Medrano S. A. 1992. *Estudio Sobre la Biología Reproductiva, la Ecología y el Manejo de la Tortuga Canal (*Dermochelys coriacea*) en el Golfo de Urabá*, En: Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. 1992 *Contribución al Conocimiento de las tortugas marinas de Colombia*; SANTAFE DE BOGOTA, COLOMBIA. Editorial gente nueva. Santa fe de Bogotá, Colombia
- SÁNCHEZ, R. A. 2007. *Reporte Técnico Temporada 2006, Playas Carate, Río Oro, Pejeperro y Piro*. Programa de Conservación de Tortugas Marinas de la Península de Osa. Puerto Jiménez, febrero-2007. 71 pp.
- SCROEDER, B.; Murphy, S. 2000. Prospecciones poblacionales (terrestres y aéreas) en playas de anidación. 51-61 pp. EN: ECKERT, K; Bjorndal K.A.; Abreu-Grobois F.A.; Donnelly M. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. WWF, CMS, Center for Marine conservation. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación 4; 278 pp.
- TOLDO, E. 1994. Notas de aulas, Unidade II- *Propiedades Texturais e Composicionais: Disciplina Geo- 336 Sedimentogénesse*. Rio Grande do Sul, Brazil: Universidade Federal do Rio Grande do sul. Instituto de Geociencias. Departamento de Mineralogía e Petrología. pp 1-9.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

- TRUJILLO, J.C. 2006. *Guías de Campo y Laboratorio-Asignatura Bentos*. Prácticas de Laboratorio: Fondos Sedimentarios y Granulometría. Universidad Jorge Tadeo Lozano-Sede Santa Marta, programa de Biología Marina. 26-34pp.
- WHITERINGTON, B; & Martin, R. 2003. *Entendiendo, evaluando y solucionando los problemas de contaminación de luz en playas de anidamiento de tortugas marinas*. Florida Marine Research Institute Technical Report TR2, traducción de la Tercera Edición inglesa, revisada. 75 pp.
- WIBBELS, T. 2003. *Critical Approaches to Sex Determination in Sea Turtles*, 103-135pp. En: LUTZ, P. L; Musick, J. A; Wyneken, J. 2003. *The Biology of Sea Turtles*, Vol 2, CRC Press. 446 pp.
- WYNEKEN, J. 1997. The External Morphology, Musculoskeletal System and Neuro-Anatomy of Sea Turtles, En: *The Biology of Sea Turtles*. Volume I. Marine science series (CRC PRESS), Boca Ratón, Florida, U.S. 431 pp.
- ----- 2003. *The External Morphology, Musculoskeletal System and Neuro-Anatomy of Sea Turtles* 39-79pp, En: LUTZ, P. L; Musick, J. A; Wyneken, J. 2003. *The Biology of Sea Turtles*, Vol 2, CRC Press. 446 pp.

### Páginas Web citadas:

- <http://www.minambiente.gov.co/biogeocol/parques/parquesnacionales/descripcionparques.htm>, 2008.
- <http://www.parquesnacionales.gov.co/pnn/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.0202170> 3, 2007
- <http://www.parquesnacionales.gov.co/Sistemas/gpvGuias/pdf/Tayrona.pdf>, 2006
- <http://www.dieumsnh.qfb.umich.mx/estadistica/coefvariacion.htm>; Noviembre 2007
- <http://perso.wanadoo.es/goliver19/reportajesbuceo/Placton%20gelatinoso.pdf>; Enero 6, 2008
- <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2005/atlantico/arlene/arlene.pdf>; Noviembre 23, 2007.

## ANEXOS

### ANEXO A. EVOLUCIÓN, FILOGENIA Y TAXONOMÍA DE LAS TORTUGAS MARINAS



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Las tortugas pertenecen a la clase Reptilia (organismos poiquiloterms) que iniciaron su evolución en el período triásico a principios del mesozoico (hace más de 20.000.000 de años), antes de que los grandes reptiles acuáticos, terrestres y voladores alcanzaran su máximo esplendor. La mayoría de ellos se fueron extinguiendo entre el cretácico (hace 130.000.000 de años) y principios del cenozoico (65.000.000 de años), cuando las aves y los mamíferos placentarios con mejores adaptaciones a cambios climáticos repentinos comenzaban a dominar (Márquez, 1990).

Debido a que existen pocos registros fósiles de los organismos más primitivos, es difícil precisar el origen evolutivo de estos reptiles; sin embargo si se tienen en cuenta la disposición de los huesos del cráneo de forma anápsida (Figura 1) como un elemento de importancia evolutiva el punto de referencia más antiguo lo constituyen los cotilosaurios (período Pérmico inferior aprox. hace 280 millones de años) cuyo representante más común es el género *Seymouria protoreptil* que poseía rasgos tan primitivos que fue clasificado por un lado con los anfibios por su cráneo y dentadura y por otro lado con los reptiles por su número reducido de huesos y por presentar huevos con cáscara e incubación en el ambiente terrestre (Márquez, 1996); no obstante, los sedimentos de mediados y finales del período triásico hace aproximadamente 200 millones de años aparecen las primeras verdaderas tortugas, particularmente las del suborden *Amphyclelydia* (Incluye la mayoría de tortugas de la era Mesozoica; como las del grupo Proganochelidae que toma su nombre del género principal *Proganochelys*, tortuga que fue posiblemente semiacuática), las cuales presentan un caparazón de forma moderna, pero con elementos óseos de placas supramarginales, carácter primitivo que aún conservan algunas especies actuales; mientras que el plastrón presentaba elementos óseos extras (mesoplastron) (*op. Sit*), que todavía conserva ocasionalmente la especie actual *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfita), dándosele el carácter de rasgo ancestral (Pritchard, 1966). A finales del período jurásico y principios del cretácico iniciaron su diversificación las tortugas que ya presentan la mayoría de las características de las especies actuales. La familia Cheloniidae que incluye la mayoría de las especies de tortugas marinas actuales, presentó sus primeros representantes durante el Cretácico superior (100.000.000 de años atrás aproximadamente) con gran número de géneros que se distribuyeron por todos los mares tropicales de la época, la mayoría de estos géneros se extinguieron antes de terminar el Cenozoico (Márquez, 1996), quedando actualmente



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

solo cinco géneros como representantes de la familia (Caretta, Chelonia, Eretmochelys, Lepidochelys y Natator) distribuidos en seis especies: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (i.e caguama, gogó, cabeza), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (i.e tortuga verde o blanca), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (i.e carey), *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880) (i.e lora) *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (i.e golfina) y *Natator depressus* (Garman, 1880) (i. e tortuga aplanada) respectivamente; esta última se encuentra únicamente en el continente Australiano (Márquez, 1990); sin embargo algunos autores reconocen a la tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) como una especie independiente siendo en este caso siete las especies representantes de la familia (Meylan & Meylan, En: Eckert *et al.*, 2000), otros autores la catalogan como una subespecie de la tortuga verde (Chacón & Arauz, R; 2001). Por otro lado, el origen de la familia Dermochelyidae no es muy claro, sin embargo desde el cenozoico se han encontrado representantes de cuatro géneros, siendo tan solo una especie representante del género *Dermochelys* (que se originó hace 25000000 de años) la única sobreviviente hasta nuestros días (Márquez, 1996).

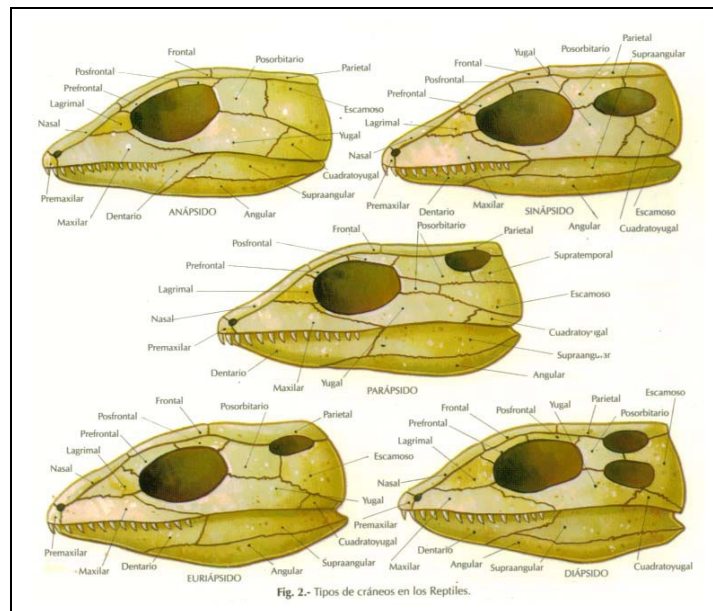


Fig. 2.- Tipos de cráneos en los Reptiles.

**Figura 1.** Tipos de cráneos de los diferentes reptiles. En el extremo superior izquierdo se observa el tipo anápsido típico de todas las especies de tortugas. **Fuente:** [http://da.montes.upm.es/descarga/apuntes\\_zoo/deuterostomados.pdf](http://da.montes.upm.es/descarga/apuntes_zoo/deuterostomados.pdf). Respecto a la clasificación actual, se incluye a todas las tortugas en el Orden Testudinata, reconociéndose en este tres subórdenes: Amphichelydia, Cryptodira y Pleurodyra (op sit). El primer suborden hace referencia a los organismos más primitivos que carecían de varios factores distintivos





### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

presentes en los otros dos subórdenes, presentándose en algunos casos características de transición con los otros subórdenes; poseían poca o ninguna capacidad para retraer el cuello, todos los ejemplares presentaban dientes en el paladar; se dividieron en 9 familias con por lo menos 47 géneros, todos sus representantes se encuentran extintos. El suborden Pleurodyra se refiere a especies que pueden retraer el cuello en el plano horizontal, actualmente solo hay representantes dulceacuícolas limitadas al hemisferio sur (aunque se sabe que este suborden tuvo representantes terrestres y posiblemente marinos) representadas en dos familias: Pelomedusidae (huesos del plastrón con un par de mesoplastron) y Chelidae (sin mesoplastron) con 13 géneros y por lo menos 50 especies. Finalmente en el suborden Cryptodira se encuentran las tortugas que pueden retraer el cuello en el plano vertical; generalmente el plastrón no presenta mesoplastrón; en este suborden se encuentran la mayoría de las especies vivientes incluyendo a todas las tortugas marinas, actualmente se reconocen 10 familias con 62 géneros y al menos 173 especies distribuidas en las climas tropicales y subtropicales de todo el mundo (Márquez, 1996)

La identificación taxonómica de las diferentes especies de tortugas marinas que arriban al PNNT de acuerdo a Eckert *et al* 2000 y Frazier, 1999 es (tomado de Ospina & Deluque 2006):

PHYLLUM: Chordata

SUBPHYLLUM: Vertebrata

SUPER CLASE: Tetrapoda

CLASE: Reptilia

SUBCLASE: Anápsida

ORDEN: Testudines (Linnaeus, 1758)

SUBORDEN: Casichelydia (Gaffney, 1975)

INFRAORDEN: Cryptodira (COPE, 1868)

SUPERFAMILIA: Chelonioidea (Baur, 1893)

**FAMILIA:** Dermochelyidae (tortugas marinas sin escudos)

GÉNERO: Dermochelys

ESPECIE: *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766)



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**FAMILIA:** Cheloniidae (tortugas marinas con escudos)

GÉNERO: *Chelonia*

ESPECIE: *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

GÉNERO: *Caretta*

ESPECIE: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)

GÉNERO: *Eretmochelys*

ESPECIE: *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)

### **ANEXO B. BIOLOGÍA, CICLO DE VIDA, ASPECTOS REPRODUCTIVOS, MORFOLOGÍA, MORFOMETRÍA GENERAL Y AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS QUE ENFRENTAN**

Las tortugas marinas actuales como se menciona pertenecen a las Cryptodiras, sin embargo tienen una habilidad muy limitada para retraer la cabeza en comparación con las demás especies de cryptodiras, debido a esto han desarrollado una cubierta gruesa y casi completa sobre el cráneo que les proporciona una protección adicional sobre la cabeza (Meylan, P & Meylan, A. En: Eckert *et al.*, 2000); carecen de dientes en las mandíbulas, en lugar de estos presentan una vaina córnea como la del pico de las aves llamada ramphoteca o tomium (Márquez, 1996)

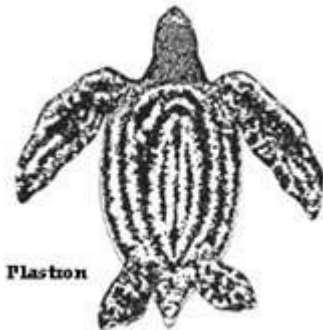
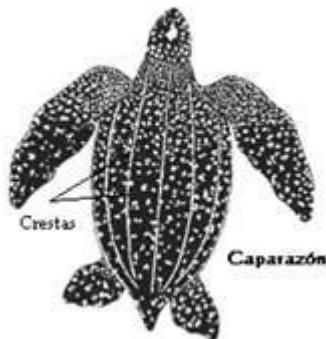
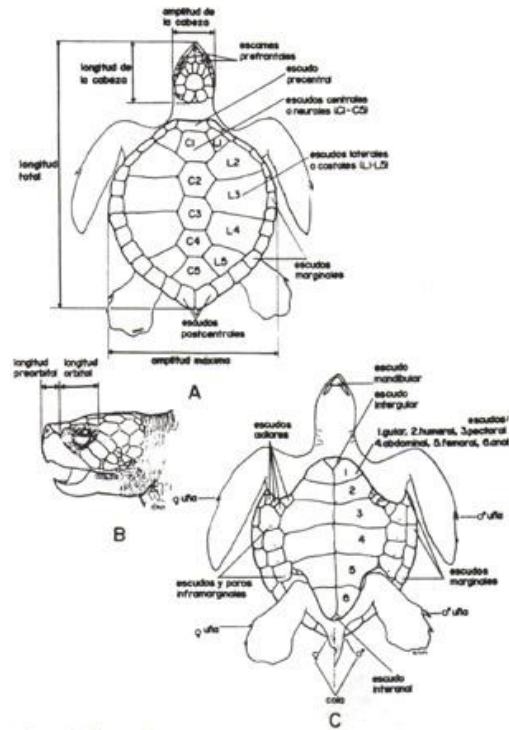
Todas las tortugas tienen un cuerpo con forma aerodinámica que incluye: cuerpo fusiforme, una cabeza pequeña y aletas que les permite realizar movimientos tanto anterodorsales como posteroventrales lo cual les facilita recorrer grandes distancias durante sus migraciones; la coloración y diseño del cuerpo proporcionan información acerca de la función de estos individuos (Wyneken, 2003 En: Lutz *et al.*, 2003) Figura 1. Con respecto a las glándulas lacrimales, estas son alargadas y han sufrido modificaciones para extraer el exceso de sales del cuerpo debido a la ingestión de agua de mar, mientras que las conchas o caparazones de las tortugas marinas se caracterizan por presentar reducción en la cantidad de material óseo (Meylan & Meylan, En: Eckert *et al.*, 2000).



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

a)

b)



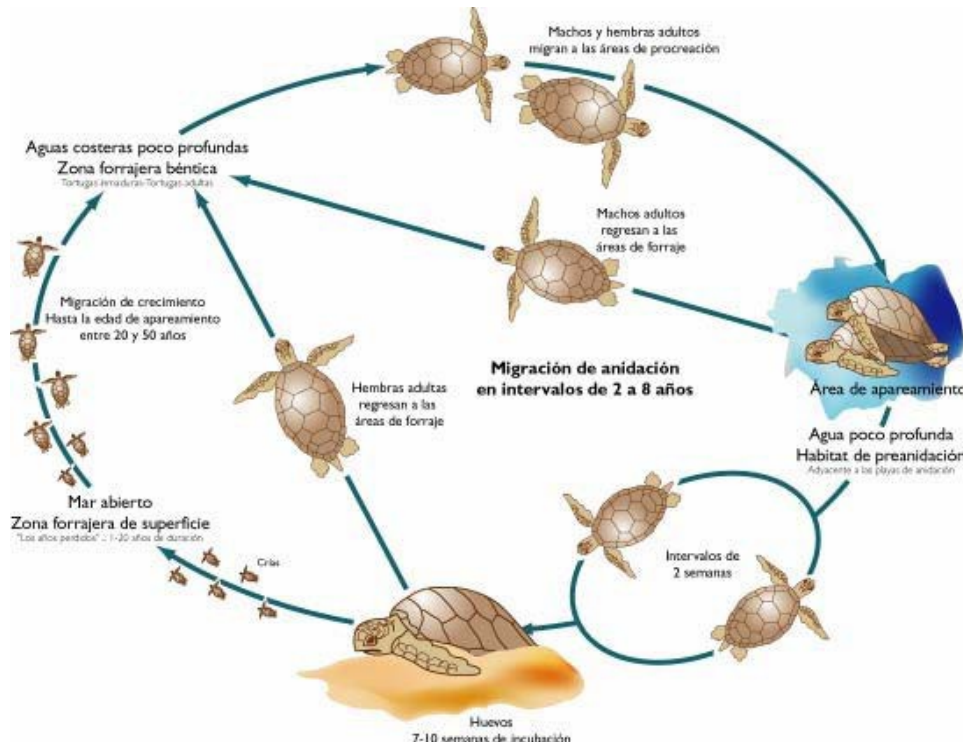
**Figura 1.** Morfología general de las dos familias de tortugas marinas existente. **a)** Familia Dermochelyidae, parte superior vista dorsal, parte inferior, vista ventral **b)** Familia Cheloniidae, vista dorsal, cabeza lateral y ventral. **Tomado:** a) [www.iacseaturtle.org/iacseaturtle/coriacea.htm](http://www.iacseaturtle.org/iacseaturtle/coriacea.htm); b) Márquez, 1996.

Aunque el ciclo de vida de las tortugas marinas no se conoce completamente, se sabe que (por lo menos las tortugas verde, carey y caguama) al abandonar las playas de anidación como crías pasan a una fase pelágica (en el mar abierto) que se piensa dura varios años (“años perdidos”) (Carr, *et al.* 1978), encontrándose frecuentemente en el mar asociadas a Sargaso o líneas de marea formadas cerca de los frentes de las principales corrientes, lo cual indica que durante el período después de la eclosión las crías presentan un desplazamiento pasivo generado por las corrientes; mientras que la tortuga aplanada parece ser la única excepción a esto ya que permanecen durante todo su ciclo en aguas costeras careciendo de una fase pelágica, por su



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

parte los hábitos de la etapa juvenil de la tortuga canal y golfito son desconocidos (Figura 2); la mayor parte de la vida de las tortugas adultas transcurre en los hábitats de alimentación, área generalmente distante del as playas de anidación (Meylan & Meylan, En: Eckert *et al.*, 2000).



**Figura 2.** Ciclo de vida general para las tortugas marinas, se observa el proceso desde que se lleva a cabo el apareamiento hasta que las hembras depositan los huevos en la playa incluso la madurez de dichas crías pasando por los diferentes hábitats de alimentación y crecimiento. **Fuente:** (Chacón & Arauz, 2001)

Con respecto al proceso reproductivo de las tortugas marinas, se sabe que los ciclos de la reproducción están regulados por estados fisiológicos y cambios ambientales (Márquez, 1996), esto favorece la supervivencia tanto de los progenitores como de su futura descendencia brindando la posibilidad de alcanzar el máximo resultado reproductivo (Miller, 1997, En: Lutz & Musick, 1997); por ejemplo se ha comprobado que por lo menos en una especie (*C. mydas*) los rangos de reproducción están regulados por algunos eventos climáticos conducidos por el Fenómeno del Niño Oscilación Sur (ENSO) (Limpus, En: Lutz *et al.* 2003). Durante la temporada de reproducción las tortugas adultas se trasladan a las cercanías de las playas de anidación donde pueden permanecer durante varios meses; generalmente la cópula se lleva a cabo a lo largo de los corredores migratorios, en sitios de cortejo o de apareamiento y en las inmediaciones de las playas de



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

anidación (hábitats interanidatorios) (Figura 2); en general el comportamiento reproductivo es muy similar en todas las especies de tortugas marinas, por lo que la metodología para el manejo de tortugas marinas en playas de anidación es muy similar en todas las especies aunque existen algunas diferencias entre especies como las preferencias del hábitat de anidación y la estrategia de anidamiento, pues la mayoría anida de forma solitaria aunque algunas colonias de las especies *L. olivacea* y *L. kempii* lo hacen masivamente en arribamientos denominados arribadas que duran varios días (Meylan & Meylan, En: Eckert *et al.*, 2000).

En las tortugas marinas los ciclos de reproducción son circadianos, es decir, que se repiten en períodos anuales, bianuales, trianuales y excepcionalmente se vuelven irregulares; es así como para las tortugas de pequeño tamaño como la golfina y la lora en ciclo más frecuente es el anual, para la Carey y la caguama generalmente es bianual y para la blanca, la prieta y la laúd puede ser bianual o trianual (Tabla 1); aunque esta secuencia no es completamente rígida ya que puede variar o suspenderse por varios años dependiendo de factores como disponibilidad de alimento, cambios ambientales (fenómeno del niño), enfermedades, etc. (Márquez, 1996). Las hembras anidan típicamente más de una vez por temporada, y el intervalo de anidación en una temporada varía entre las especies, también varía el número de huevos por nidada, el tiempo de incubación el tamaño promedio de los huevos, así como el tipo de huella dejado por cada especie, así se observa que para las especies arribantes al PNNT, la tortuga canal y la blanca presentan huellas simétricas es decir que al reptar en tierra estas especies mueven simultáneamente sus aletas delanteras, mientras que las tortugas Carey y caguama lo hacen alternando el movimiento de las mismas (Pritchard & Mortimer, 2000 En: Eckert *et al.* 2000) (Tabla 1).

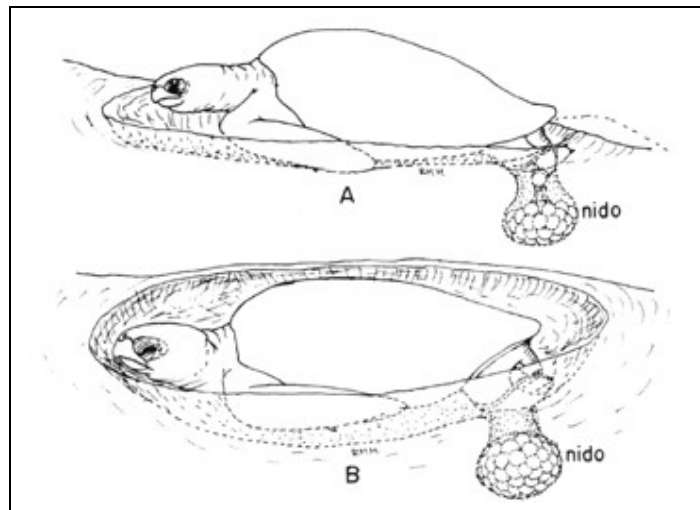
**Tabla 1.** Este cuadro muestra las principales características del proceso reproductivo, anidatorio y período de incubación de las cuatro especies de tortugas marinas reportadas para el PNNT- Sector Arrecifes. Así mismo indica el tipo de rastro dejado por cada una de las especies. **Fuente:** modificado de Escobar-Vázquez, 2007

| Sp                  | Intervalo de anidación | No. Días Incubación | No. Huevos promedio | Tamaño huevo promedio (mm) | Periodicidad anidación | Tipo de huella | Surco central por la cola |
|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------|---------------------------|
| <i>D. coriacea</i>  | 9-10 días              | 50-78               | 80-90               | 51-55                      | 2-3 años               | Simétricas     | Gnte presente             |
| <i>C. mydas</i>     | 12-15 días             | 28-78               | 110-130             | 40-46                      | 2-4 años               | Simétricas     | Presente                  |
| <i>E. imbricata</i> | 12-15 días             | 47-75               | 110-180             | 32-36                      | 2-3 años               | Asimétricas    | Presente/Ausente          |
| <i>Ca. Caretta</i>  | 12-15 días             |                     | 100-130             | 39-43                      | 2-3 años               | Asimétricas    | Ausente                   |



### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Para la identificación en campo de los rastros y/o nidos se debe tener en cuenta el ancho de la huella (cm); profundidad de la cama (somera o profunda) (Figura 3) que esta relacionada con el tamaño del individuo de esta manera algunas especies cavan camas muy someras (*Caretta*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys* y *Natator*), mientras que otras cavan camas muy profundas como es el caso de *Dermochelys* y *Chelonia*, debido a que remueven grandes cantidades de arena; y tipo de huella dejada (Pritchard & Mortimer, 2000 En: Eckert *et al.* 2000).



**Figura 3.** Posiciones típicas de anidación de tortugas marinas, mostrando las diferencias en la profundidad de las camas. **A)** cama somera; **B)** cama profunda. **Fuente:** Márquez, 1996

El proceso general de anidamiento es el mismo para todas las especies: arribo a playa, excavación del nido con los apéndices posteriores, postura, cubrimiento del nido y retorno al mar, aunque hay algunas diferencias entre especies (Tabla 2 a). La duración de este proceso esta directamente relacionado al tamaño del individuo, es decir, que las especies de mayor tamaño como *D. coriacea* y *C. mydas* en promedio demoran más tiempo en realizar su desove y se caracterizan por entrar en un período de trance en el cual la tortuga no se puede mover, este el momento indicado para realizarle las respectivas mediciones al espécimen, así la primera especie tiene un promedio de duración de 1:30 h, mientras especies más pequeñas como *E. imbricata* demoran entre 45-60 min. en cada desove (Tabla 2b), además de no presentar un lapso de trance (Lutz & Musick, 1997).



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Tabla 2. a)** pasos generales llevados a cabo durante el proceso de anidamiento con las diferencias más relevantes entre especies. **b)** tiempo de duración de desove promedio para distintas especies. **Fuente:** modificado de Miller En: Lutz & Musick, 1997

a)

| Actividad   | Diferencias entre especies   |
|---|--|
| Encallaje, análisis de arena, y emergencia del mar  | Similar en todas las especies. En <i>D. coriacea</i> puede ser más directa que en otras  |
| Asenso a la playa                                   | Similar en todas las especies  |
| Selección del sitio de desove                       | Similar en todas las especies; puede estar relacionado con cambios de temperatura        |
| Limpieza del lugar seleccionado                     | Todas las especies lo hacen  |
| Excavación cuerpo del hoyo                          | Similar en todas las especies; <i>C. mydas</i> cava relativamente profundo               |
| Excavación del hoyo donde se depositarán los huevos | Similar en todas las especies; alternando las aletas posteriores                         |
| Postura   | Similar en todas las especies; las aletas posteriores se ubican diferenciadamente        |
| Cubrimiento de la cámara donde se alojan los huevos | <i>E. imbricata</i> distribuye arena sobre los huevos, otros raspa arena dentro del hoyo |
| Cubrimiento del cuerpo del hoyo                     | Similar en todas las especies; tiran arena ayudadas por sus aletas anteriores            |
| Retorno al mar                                      | Similar en todas las especies; descenso de la pendiente.                                 |

b)

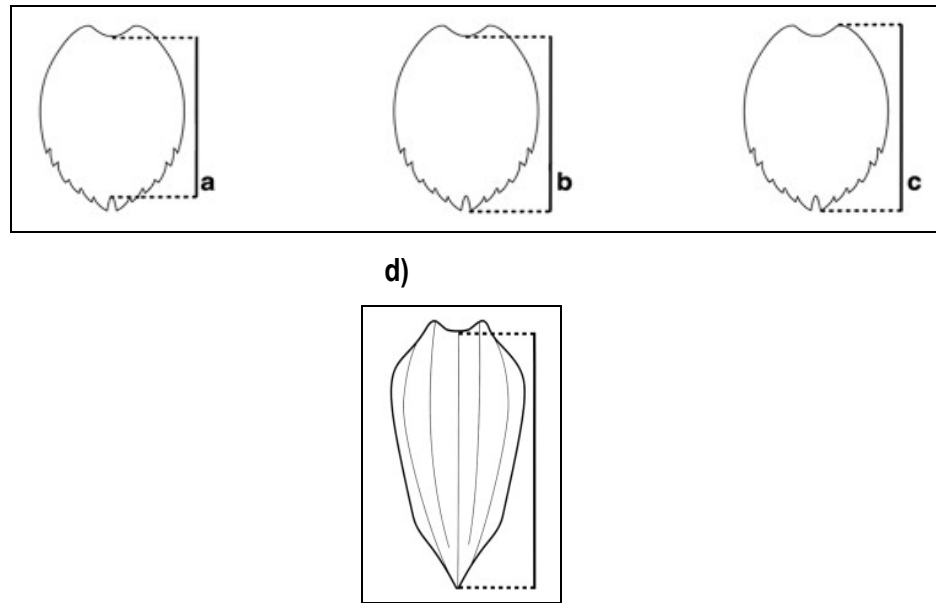
| Especies                   | Tiempo de desove   |
|----------------------------|--------------------|
| <i>L. olivacea/ kempii</i> | 60 min. aprox.     |
| <i>E. imbricata</i>        | 45-60 min. aprox.  |
| <i>Ca. caretta</i>         | 60-120 min. aprox. |
| <i>C. mydas</i>            | 2- horas aprox.    |
| <i>D. coriacea</i>         | 90 min. aprox.     |

Durante el proceso de desove, las aletas traseras de la especie *D. coriacea* son colocadas de tal manera que cubren la cámara del nido, por lo general una aleta queda

colgando dentro del nido; en esta posición una aleta puede ayudar a impedir que caiga arena dentro del nido mientras que la otra frena la caída de los huevos a la cámara de este para que el golpe sea menos contundente y los huevos no sufran daño. Para las especies *C. caretta* y *E. imbricata* ambas aletas son extendidas hacia fuera del nido, sobre la arena detrás de la tortuga así que la abertura del nido no es cubierta por las aletas, pero si por el margen posterior de del caparazón (Miller, En: Lutz & Musick, 1997). Esta es la descripción a grandes rasgos del proceso de anidamiento de las tortugas marinas y sus diferentes variaciones entre especies. Con respecto a la toma de las diferentes medidas morfométricas existen diferentes mediciones que se llevan a cabo (Figura 4 a-c y d), la razón fundamental por la que se realiza este procedimiento en individuos adultos en las respectivas playas de anidación es para relacionar el tamaño corporal con su potencial reproductivo, determinar el tamaño mínimo al que alcanzan la madurez sexual y para dar un seguimiento a las tallas de las hembras anidadoras en un área particular (Bolten, 2000, En: Eckert *et al.* 2000); mientras que la toma de medidas en neonatos se lleva a cabo para determinar el tamaño promedio de la nidada y compararlo con otras nidadas de la misma especie dentro de la playa o playas aledañas.



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



**Figura 4. a-c)** medidas de LRC para especies de la familia Cheloniidae, a) largo recto mínimo del caparazón (LRCmin); b) Largo Recto del Caparazón nuchal-supracaudal (LRC n-s); c) largo recto máximo del caparazón (LRCmax); **d)** LRC para la familia Dermochelyidae. Todas las medidas rectas del caparazón se toman con calibrador. **Fuente:** Bolten, A En: Eckert *et al.*, 2000

En la presente investigación estas mediciones solo se llevaron a cabo para los neonatos de las nidadas eclosionadas ya que no se avistaron hembras adultas durante el período de duración de la misma.

Respecto a algunas de las principales amenazas tanto naturales como antrópicas a las que se ven expuestos estos organismos, estas pueden ser:

☆ Amenazas naturales: tanto los individuos adultos como sus nidos y crías (neonatos) a lo largo de su vida se enfrentan a numerosas amenazas, siendo los más vulnerables nidos y neonatos debido a su pequeño tamaño, pues dentro del nido tanto huevos como neonatos enfrentan muchos **depredadores** (i.e hormigas, cangrejos, mapaches) situación que no cambia al emerger de este, pues los neonatos se ven presa de una gran variedad de organismos (i.e cangrejos, pájaros, así como peces y tiburones, entre otros), por lo cual tan solo 1 de 1000 de estas crías alcanza la madurez; así mismo se ven afectados por la gran susceptibilidad a **cambios en la temperatura y humedad** del sedimento durante el período de incubación y emergencia, (CIT Secretaría, 2006); otra amenaza de este tipo también muy frecuente es la **erosión de las**





### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**playas** que se lleva a cabo durante el proceso de incubación y esta relacionada con condiciones medioambientales desfavorables (i.e lluvias, tormentas) e incremento de las mareas que producen en muchos casos la pérdida total de nidadas. Aún así el mayor inconveniente lo han generado las actividades antrópicas.

☆ Amenazas generadas por el hombre (antrópicas), con el desarrollo y expansión que ha presentado el ser humano a través de la historia se han generado ciertas actividades que han contribuido enormemente con el declive de las poblaciones de tortugas marinas. Estas pueden ser de tipo directo o indirecto:

- **Directas:** son aquellas acciones que implican una actividad dirigida específicamente a la extracción desmedida del recurso (o recursos derivados como subproductos: i.e aceite, carey, cuero, etc.). Estas pueden ser: sobreexplotación debido a la **captura dirigida** con el fin de aprovechar su carne (en el caso de la tortuga verde), caparazón o escudos (como ocurre con la tortuga carey) con los cuales se fabrican numerosos artículos (i.e anteojos, pulseras, peines, anillos, entre otros), y el cuero (tortuga lora) entre otras, así como el **saqueo de nidadas** con fines comerciales y de subsistencia en algunas zonas (CIT Secretaría, 2006).
- **Indirectas:** se refiere a todo tipo de actividad que no necesariamente implique la extracción directa o dirigida de estos organismos pero que ya sea a largo o corto plazo interfiera negativamente en alguno de los hábitats en los que se lleva a cabo su *ciclo de desarrollo* (Anexo B, Figura 2); estas pueden ser: **alteración y pérdida del hábitat** relacionada con el desarrollo humano la cual se manifiesta en construcciones o estructuras en las playas o zonas adyacentes (i.e rompeolas, relleno o extracción de arena, eliminación de la vegetación natural de las dunas lo que promueve la erosión de las playas afectando significativamente las condiciones apropiadas para su hábitat de anidación, entre otras), así mismo en algunos casos las construcciones altas y la destrucción de la vegetación litoral generan variaciones en la temperatura de la arena lo que puede causar sesgo en la proporción de sexos; así mismo, el desarrollo costero y por ende incremento de actividad humana en las playas produce un **aumento de la presencia tanto de animales domésticos** (i.e perros, gatos, cerdos, caballos, etc.) que se convierten en predadores latentes de huevos y neonatos de tortugas marinas, como de vehículos motorizados que ejercen mayor presión en el suelo desencadenando una



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

compactación de la arena lo cual es bastante desfavorable para el efectivo proceso de incubación (i.e disminución de intercambio gaseoso en el suelo, además de contribuir a aplastar los huevos y los neonatos emergentes y de dificultar el desove y la emergencia de las crías del nido) (Proyecto TAMAR IBAMA, 2006). La **iluminación artificial** que conlleva el desarrollo urbano es uno de los grandes inconvenientes que encuentran tanto las hembras grávidas como los neonatos, pues la primeras suelen abortar sus intentos por desovar cuando encuentran una playa muy iluminada ya que estas tienden a elegir playas oscuras para llevar a cabo dicho proceso, mientras que los neonatos en playas iluminadas artificialmente son mal orientados y/o desorientados por esta luz artificial debido a su tendencia de dirigirse hacia la luz más brillante del horizonte (que en condiciones naturales es el mar), ocasionando que no puedan encontrar el mar incurriendo en un aumento en la mortalidad por deshidratación y depredadores (Whiterington & Martin, 2003). El **turismo** (integra prácticamente todos los aspectos mencionados en las amenazas indirectas) tiene pros y contras al respecto, el gran pro es que el proceso de anidamiento de las tortugas marinas se ha vuelto muy atractivo para los turistas lo cual se puede usar en beneficio incentivando la conciencia de cuidar y proteger a estos organismos, el gran inconveniente es que sin la debida educación y conocimiento, la presencia de seres humanos muchas veces resulta ser nociva puesto que las tortugas anidantes se podrían sentir amenazadas por su presencia abortando el proceso antes de culminarlo; otras de estas amenazas son la **pesca incidental o no dirigida**, una de las principales causas del decrecimiento en la abundancia de diferentes poblaciones de quelonios marinos es la presencia y actividad de pesquerías industriales las cuales incluyen dentro de sus capturas tortugas marinas y organismos que, generalmente, no hacen parte de la pesca objetivo: muchas tortugas quedan presas de redes y enganchadas en los anzuelos de los palangres, cuya finalidad es capturar otro tipo de especies (i.e camarón, y diversas especies de peces) en el casos de las redes camaroneras se han implementado alternativas como los Dispositivos Excluidores de Tortugas (TEDs, por su acrónimo en inglés) que han salvado muchas tortugas de morir enredadas en las redes de arrastre (CIT Secretaría, 2006). De igual manera, el incremento de descargas de hidrocarburos (i.e petróleo y sus derivados); residuos químicos tóxicos (i.e mercurio, cromo, cobalto, etc.) y desechos no biodegradables (i.e estructuras plásticas) producto de actividad industrial, promueven la aceleración de los procesos que actúan en detrimento de

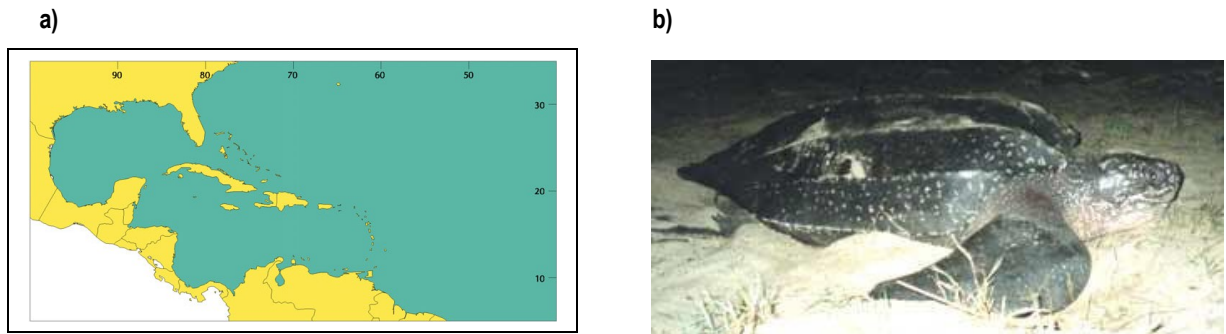


### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

diferentes ecosistemas marinos, perjudicando directamente a diversos organismos neotónicos entre estas las tortugas marinas (Eckert *et al.*, 2000).

## ANEXO C. MORFOLOGÍA DE LAS CUATRO ESPECIES ARRIBANTES AL PNNT

**Familia Dermochelyidae:** La única representante viviente es *D. coriacea*. Además de ser la especie viviente más antigua y con mayor tamaño pues la longitud de su caparazón fluctúa entre 140-180 cm, se diferencia de las demás especies de tortugas debido a sus hábitos de vida y a la naturaleza de su dorso (coriáceo) (Rueda, *et al.*, 1992). Es una especie que está adaptada para realizar inmersiones profundas y recorrer grandes distancias (Pritchard, 1979 En: Lutz *et al.* 2003) distribuyéndose ampliamente desde regiones sub-árticas (es la única especie de tortuga marina capaz de regular su temperatura corporal) hasta regiones tropicales (Figura 1 a) (Pritchard & Mortimer En: Eckert *et al.*, 2000); tiene un caparazón negro terminado en punta y presenta siete surcos longitudinales en la parte dorsal de color blanco (Figura 1 b), mientras que en el plastrón (parte ventral) tiene cinco líneas longitudinales y presenta una coloración rosada en vivo; además el dorso de los individuos adultos no se encuentra revestido por escamas córneas o estructuras queratinizadas epidérmicas como sucede en las demás especies de tortugas marinas, en su lugar presenta una cubierta de tejido suave y lizo; sus apéndices anteriores se encuentran muy desarrollados y en ninguno presenta uñas (Pritchard, 1979 En: Lutz *et al.* 2003), tiene una cabeza triangular de hasta 25 cm de ancho con ojos grandes; a cada lado de la mandíbula, detrás del hocico presenta una escotadura con dos cúspides maxilares conspicuas (Pritchard & Mortimer, En: Eckert *et al.*, 2000).



**Figura 1. a)** Distribución de la tortuga canal a nivel mundial, obsérvese el amplio rango que presenta. **b)** fotografía de un espécimen adulto, nótese el patrón de coloración y los surcos longitudinales presentes. **Fuente:** a) Musick, 2003; b) [www.iacseaturtle.org/iacseaturtle/coriacea.htm](http://www.iacseaturtle.org/iacseaturtle/coriacea.htm)

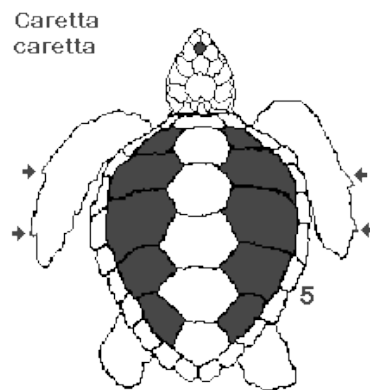


**Coloración:** los neonatos e individuos inmaduros tienen el caparazón negro con manchas blancas a lo largo de los de siete surcos longitudinales que presentan en el dorso, el plástron presenta bandas longitudinales negras y blancas (Wyneken, 1997 En: Lutz & Musick, 1997); en los individuos adultos el color predominante también es el negro y presenta las mismas manchas blancas solo que se encuentran dispersas sobre el dorso, el plástron presenta tonalidades ligeramente rosáceas en vivo (Rueda *et al*, 1992)

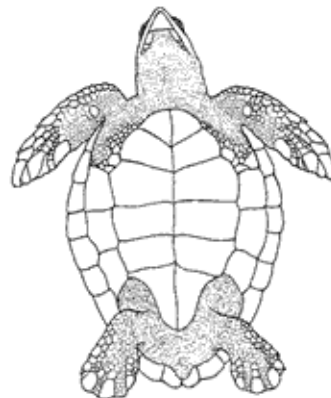
**Familia Cheloniidae:** los representantes de esta familia que anidan en las playas del PNNT son:

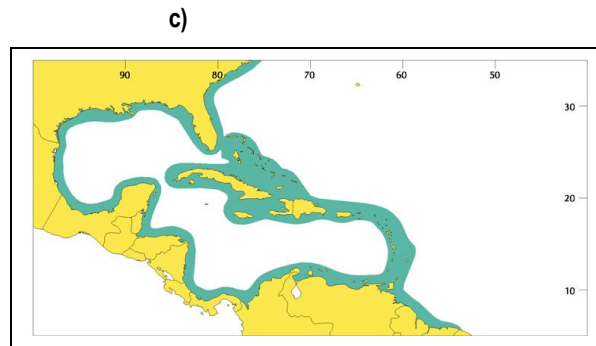
*C. caretta*: conocida como caguama o cabezona, Su caparazón es moderadamente ancho y ligeramente aserrado en el margen posterior de los inmaduros; presenta cinco pares de escudos costales, con el primer par (extremo anterior) más pequeño, alcanza una LRC de hasta 105 cm. en el Atlántico nororiental siendo menor en algunas otras áreas. Su cabeza es grande y triangular, con ancho de hasta 28 cm. y dos pares de escamas prefrontales (Pritchard & Mortimer, En: Eckert *et al*, 2000). Sus aletas delanteras son relativamente cortas en comparación con las de otras especies, presentando dos uñas en cada aleta; en el plástron tienen tres pares de escudos inframarginales (Figura 2 a y b).

a)



b)

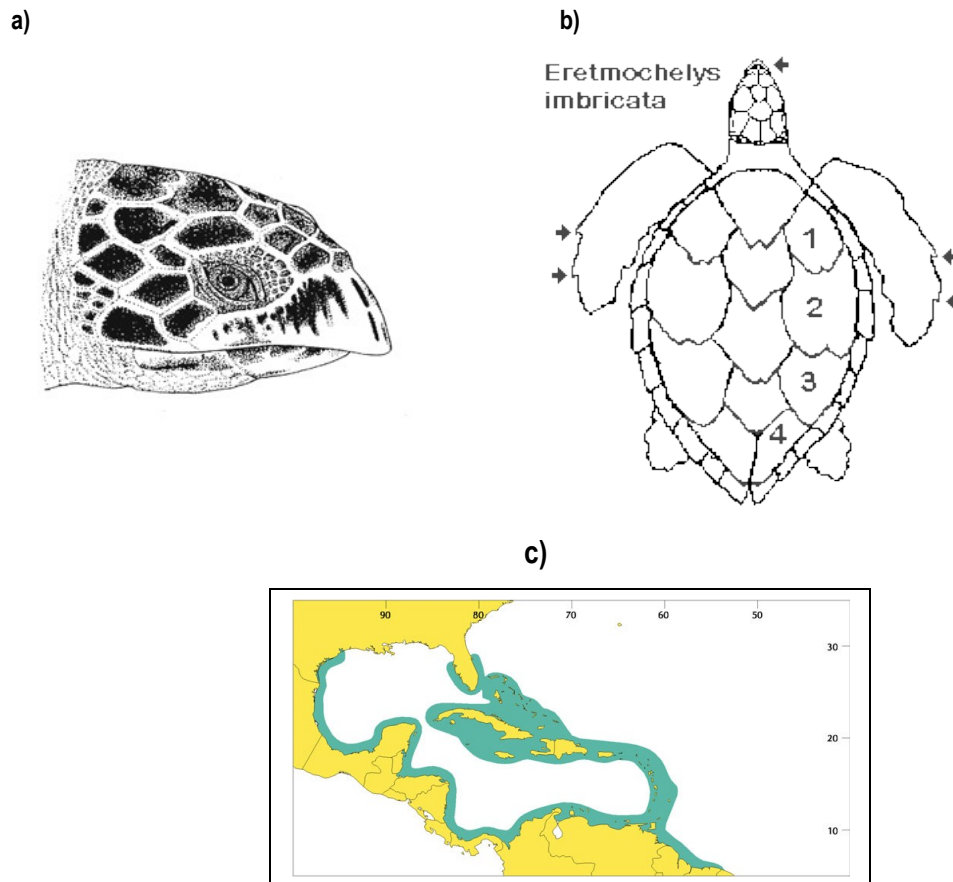




**Figura 2.** a) vista dorsal de la especie *C. caretta*, se aprecian cuatro flechas (dos a cada lado) que indican la posición de las uñas que esta especie presenta; b) vista ventral; c) distribución mundial de esta especie. **Fuente:** a y b) www.widecast.org; c) Musick, 2003

**Coloración:** Un aspecto importante de las tortugas marinas, es que generalmente cambian de color con la edad, presentando una coloración en etapas inmaduras el cual va cambiando a medida que estas van creciendo, los neonatos presentan tonalidades del café al gris oscuro dorsalmente, mientras que el plástron va del pálido al café oscuro; los juveniles y adultos tienen caparachos que incluyen varias tonalidades de cafés. Se distribuye en todos los océanos, habitualmente en aguas templadas, algunas veces tropicales y subtropicales (Wyneken, 1997 En: Lutz & Musick, 1997). Se distribuye por todos los océanos principalmente en aguas templadas, algunas veces tropicales y subtropicales (Figura 2 c) (Pritchard & Mortimer En: Eckert *et al*, 2000).

- *E. imbricata*: Tortuga carey. Su caparazón es oval, con un margen posterior marcadamente aserrado y con escudos gruesos y traslapados (imbricados) a excepción de las crías y pocos adultos; presenta cuatro pares de escudos costales, cada uno con un borde posterior ligeramente rasgado, su LRC alcanza los 90 cm. Su cabeza es relativamente angosta con un ancho de hasta 12 cm. (Pritchard, P & Mortimer, J En: Eckert *et al*, 2000); presenta un pico recto y parecido al de un ave; tiene dos pares de escamas prefrontales. Sus aletas delanteras son de longitud mediana comparada con otras especies, presenta dos uñas en cada aleta. El plástron tiene cuatro pares de escudos inframarginales (Wyneken, 1997 En: Lutz & Musick, 1997) (Figura 3 a y b)



**Figura 3.** a) cabeza de la tortuga carey, se puede apreciar su fuerte y desarrollado pico; b) vista dorsal especificando la presencia de cuatro uñas (dos en cada aleta superior) y los cuatro escudos laterales; c) distribución. **Fuente.** a y b) www.widecast.org; c) Musick, 2003

**Coloración:** Los neonatos presentan un patrón de coloración similar al de los neonatos de *Ca. careta*, mientras que los organismos adultos presentan coloraciones café, café clara y amarilla. Se distribuye en todos los océanos, aguas tropicales (Figura 3 c) (Pritchard & Mortimer, En: Eckert *et al*, 2000).

- *C. mydas*: Tortuga blanca o verde. Esta especie se ha reportado en el PNNT esporádicamente. Su caparazón tiene forma oval, margen ocasionalmente festoneado pero no aserrado, no presenta escotadura a la altura de las aletas traseras; presenta cuatro pares de escudos costales; la longitud recta del caparazón (LRC) alcanza hasta 120 cm. Su cabeza es redondeada

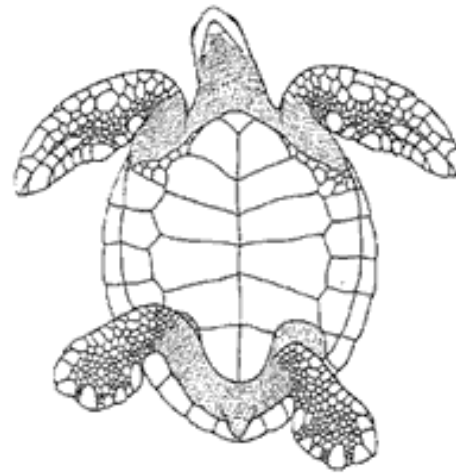
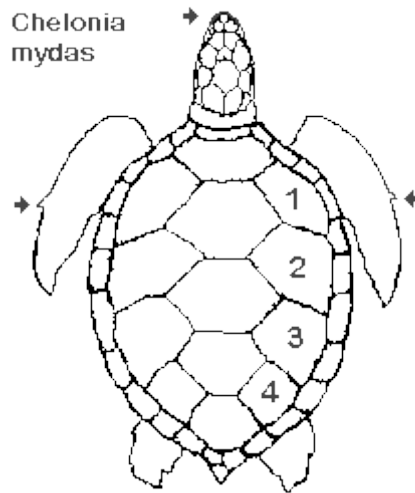


### Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

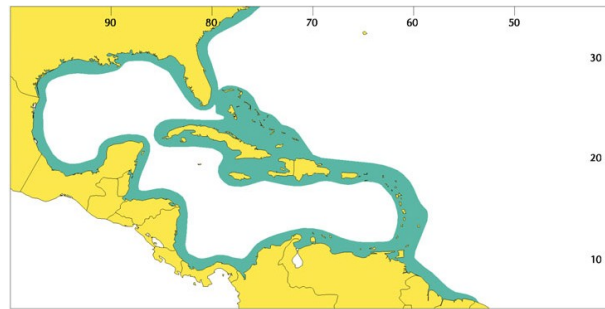
anteriormente, presenta un ancho de hasta 15 cm., además de presentar un par de escamas prefrontales, y cuatro pares de escamas postorbitales. Sus extremidades presentan una uña, aunque algunos neonatos presentan dos (poco común) (Pritchard & Mortimer, En: Eckert *et al*, 2000)

a)

b)



c)



**Figura 4.** a) vista dorsal de la tortuga verde o blanca, especificándose las dos uñas que presenta generalmente (una en cada aleta anterior); b) vista ventral; c) distribución. **Fuente:** www.widecast.org; c) Musick, 2003

**Coloración:** Los neonatos de esta especie son negros dorsalmente y blancos en la parte ventral; pero cuando crecen el caparazón empieza a presentar líneas que van del café claro al negro y centralmente son amarillas (Wyneken, 1997 En: Lutz & Musick, 1997). Se distribuyen a lo largo de todos los océanos tropicales y subtropicales (Figura 4 c) (Pritchard & Mortimer, En: Eckert *et al*, 2000).



## ANEXO D. CUADROS ESTADÍSTICOS FACTORES MEDIOAMBIENTALES

**Cuadro 1.** Temperatura del sedimento; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones ( Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

**Cuadro 2.** Temperatura ambiente; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones ( Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

**Cuadro 3.** Humedad ambiente; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

**Cuadro 4.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de junio en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas

**Cuadro 5.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de julio en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas

**Cuadro 6.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de septiembre en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas

**Cuadro 7. a)** Datos tomados de humedad del sedimento y pH durante el mes de junio; **b)** estadísticos de pH y Humedad del sedimento (%).  $\bar{x}$  : Promedio; Desvezt: desviación estándar; CV: coeficiente de variación (%); EE: error estándar. Junio 2005, playa Arrecifes PNNT.

## FIGURAS

**Figura 1.** Longitudes de cada uno de los estratos (ZV, ZM, ZL) y de las estaciones (Estación1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) a diferentes horas del día durante los meses junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT, 2005.





*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 1.** Temperatura del sedimento; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones ( Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

| MES        | FECHA      | E1ZV     |          |          |          |          |          | E1ZM     |          |          |          |          |          | E1ZL     |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 07/06/2005 |          |          |          |          | 31       |          |          |          |          |          | 34       |          |          |          |          |          | 31       |          |
|            | 08/06/2005 | 29       | 27       | 31       | 37,5     | 36       | 29       | 29,2     | 27       | 30       | 35       | 37       | 30       | 29       | 29       | 33,5     | 38       | 30,5     | 29       |
|            | 09/06/2005 | 30       | 30       | 30       | 35,5     | 34       | 29       | 30,5     | 30,5     | 30,5     | 35,5     | 34       | 30       | 30       | 28       | 31       | 32       | 30       | 29       |
|            | 10/06/2005 | 29,5     | 29       | 31       |          |          |          | 30,5     | 29       | 32       |          |          |          | 28       | 29       | 29       |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          | 32       | 33       |          |          |          |          | 33,5     | 34       |          |          |          |          | 31       | 32       |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 | 30       | 30,5     | 31       | 34       | 34       | 27       | 29,9     | 29,5     | 30       | 37       | 37       | 34,5     | 30       | 27       | 28       | 29       | 28,5     | 32       |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 34       | 26,8     |          |          |          |          | 37       | 34,5     |          |          |          |          | 28       | 33,5     |
|            | 28/07/2005 | 31,5     | 31       | 32       | 34       | 35       | 33       | 34       | 29,5     | 32       | 36       | 37       | 31       | 27       | 26,5     | 28,5     | 30       | 28       | 27       |
|            | 29/07/2005 | 31       | 31       | 32       | 35,5     |          |          | 29       | 32       | 32,5     | 38,5     |          |          | 27       | 27       | 29,5     | 36,5     |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 31       | 30,5     | 30,6     |          |          |          | 32       | 31       | 31,5     |          |          |          | 29       | 29,5     | 29,5     |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 37       | 42       | 31,5     | 30       |          |          | 33,5     | 43       | 34       | 32       |          |          | 28       | 31       | 26       | 26       |
|            | 13/09/2005 | 30,5     | 28,5     | 30       | 33       | 33       | 32,5     | 31       | 30       | 30,5     | 43       | 34       | 33       | 27,5     | 26,5     | 26       | 29       | 29       | 28       |
|            | 17/09/2005 |          |          | 36       |          |          |          |          |          | 38       |          |          |          |          |          | 36       |          |          |          |
|            |            | E2ZV     |          |          |          |          |          | E2ZM     |          |          |          |          |          | E2ZL     |          |          |          |          |          |
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 07/06/2005 |          |          |          |          | 31       |          |          |          |          |          | 34       |          |          |          |          |          | 31       |          |
|            | 08/06/2005 | 30,5     | 29       | 30       | 34       | 33       | 30       | 30,3     | 29,5     | 31,5     | 36,5     | 37       | 30       | 30       | 29       | 33       | 35       | 31       | 29       |
|            | 09/06/2005 | 30       | 31       | 31       | 34,5     | 33       | 30       | 30       | 32,5     | 31,5     | 35,5     | 33       | 30       | 29       | 28       | 31,5     | 31,5     | 30       | 29       |
|            | 10/06/2005 | 31       | 29,5     | 30       |          |          |          | 30       | 29       | 32       |          |          |          | 29       | 29       | 29       |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          | 32       | 32,5     |          |          |          |          | 34       | 35,5     |          |          |          |          | 32       | 31       |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 | 31       | 30       | 30,5     | 33,3     | 33       | 31,5     | 31,5     | 30,5     | 32       | 38       | 35       | 33,5     | 31       | 27       | 28,5     | 29       | 28,5     | 27       |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 33,5     | 30       |          |          |          |          | 37,5     | 34       |          |          |          |          | 28       | 27,5     |
|            | 28/07/2005 | 30,5     | 30,5     | 31       | 32       | 32       | 32       | 33,5     | 29,5     | 33       | 35       | 34       | 33       | 28       | 27,3     | 28,5     | 30       | 28       | 27       |
|            | 29/07/2005 | 30       | 30,5     | 37       | 38       |          |          | 31       | 32       | 32       | 35,5     |          |          | 27       | 27       | 30,5     | 30       |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 30,5     | 31       | 30       |          |          |          | 30,5     | 30,5     | 31       |          |          |          | 29       | 29,5     | 29,5     |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 31,5     | 33       | 32       | 29,5     |          |          | 36,5     | 41,5     | 33       | 32       |          |          | 28       | 34,5     | 25,5     | 25       |
|            | 13/09/2005 | 30       | 27       | 28       | 29       | 29       | 28       | 29       | 30       | 30,5     | 36       | 34       | 31,5     | 26       | 25       | 26       | 30       | 27       | 27       |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 33       |          |          |          |          |          | 37       |          |          |          |          |          | 31       |          |          |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005  
Continuación Cuadro 1

|            |            | E3ZV     |          |          |          |          |          | E3ZM     |          |          |          |          |          | E3ZL     |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 07/06/2005 |          |          |          |          |          | 27       |          |          |          |          | 32       |          | 27,5     |          |          |          | 31       |          |
|            | 08/06/2005 |          |          |          |          |          | 27       |          | 28       | 31,5     | 36,5     | 34       | 28       | 27       | 26       | 30,5     | 36,5     | 32       | 26       |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          | 28       | 32,5     | 31       | 33       | 33       | 28       | 27       | 28       | 30       | 35       | 29,5     | 26       |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          | 28       | 27       | 29       |          |          |          |          | 29       | 28       | 28       |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 32,5     | 34,5     |          |          |          |          |          | 29,5     | 31       |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          |          |          |          |          | 33       | 31       | 31,5     | 37,5     | 37       | 33       | 31       | 27       | 28,5     | 31,5     | 28,5     | 27,5     |          |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 37,5     | 34,5     |          |          |          |          | 27,5     | 27,5     |          |
|            | 28/07/2005 |          |          |          |          |          | 33       | 27,5     | 32       | 35       | 35       | 33       | 27,5     | 31,5     | 30       | 30       | 28       | 27       |          |
|            | 29/07/2005 |          |          |          |          |          | 31,8     | 27       | 30       | 38       |          |          | 27       | 31,5     | 32,5     | 30,5     |          |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 29,5     | 29       | 29,5     |          |          | 29       | 29,5     | 29,8     |          |          |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 35       | 41,5     | 32       | 28       |          | 28       | 33,5     | 29       | 25       |          |
|            | 13/09/2005 |          |          |          |          |          | 28       | 29       | 30       | 38       | 32       | 31,5     | 25       | 25       | 25,5     | 30,5     | 29       | 28       |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            |            | E4ZV     |          |          |          |          |          | E4ZM     |          |          |          |          |          | E4ZL     |          |          |          |          |          |
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 07/06/2005 |          |          |          |          |          | 34       |          |          |          |          | 34       |          |          |          |          |          | 35       |          |
|            | 08/06/2005 | 28,5     | 29       | 33       | 36,7     | 34       | 29       | 29       | 30       | 32       | 37       | 37       | 31       | 28       | 29       | 34       | 38       | 31       | 29       |
|            | 09/06/2005 | 29       | 32       | 32,5     | 39       | 35       | 29       | 32       | 32,5     | 34       | 37       | 37       | 31       | 29       | 28       | 30,5     | 32       | 32       | 29       |
|            | 10/06/2005 | 29       | 28       | 30       |          |          |          | 31       | 30       | 31       |          |          |          | 29       | 29       | 28       |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          | 33       | 33,5     |          |          |          |          | 33       | 35,5     |          |          |          |          | 29,5     | 32,5     |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 31       | 32       | 37       | 26,5     | 34,5     |          | 33       | 34       | 38       | 37       | 35       |          | 27       | 27,5     | 29       | 28       | 27       |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 37       | 35       |          |          |          |          | 37       | 35,5     |          |          |          |          | 27,5     | 27,5     |
|            | 28/07/2005 | 33       | 32,5     | 33,5     | 36       | 37       | 35       | 34,5     | 32,5     | 34,5     | 34       | 37       | 35       | 27,5     | 27       | 28       | 32       | 27       | 27       |
|            | 29/07/2005 | 32       | 32       | 33       | 37       |          |          | 31,5     | 32,7     | 33       | 37       |          |          | 25       | 27       | 29       | 31,5     |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 31,5     | 31       | 32       |          |          | 32,3     | 31       | 31       |          |          | 29       | 29,5     | 30       |          |          |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 33       | 42       | 33       | 31       |          |          | 35,5     | 42       | 34       | 30       |          | 28       | 33       | 28       | 28       |          |
|            | 13/09/2005 | 31       | 29       | 29,5     | 36       | 33       | 31       | 30       | 29       | 30       | 39       | 32       | 30       | 27       | 25,5     | 26       | 29,5     | 27       | 27       |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 37       |          |          |          |          |          | 38       |          |          |          |          |          | 30       |          |          |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005  
 Continuación Cuadro 1

|            |            | E5ZV     |          |          |          |          |          | E5ZM     |          |          |          |          |          | E5ZL     |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 07/06/2005 |          |          |          |          | 33       |          |          |          |          |          | 34       |          |          |          |          |          | 34       |          |
|            | 08/06/2005 | 29       | 28       | 32,5     | 36,5     | 37       | 30       | 30       | 29       | 32       | 38       | 37       | 30       | 28       | 29,5     | 34       | 37,5     | 30,5     | 28       |
|            | 09/06/2005 | 31       | 32       | 32,5     | 39       | 36       | 30       | 29       | 33       | 33       | 36,5     | 35,5     | 30       | 32       | 28       | 31,5     | 31,5     | 32       | 28       |
|            | 10/06/2005 | 30       | 29       | 32       |          |          |          | 30,5     | 28       | 31       |          |          |          | 29       | 29       | 28       |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          | 32       | 37,5     |          |          |          |          | 33       | 35,5     |          |          |          |          | 31       | 31       |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 | 33       | 32,5     | 32       | 32,5     | 37       | 35       | 33,8     | 31       | 32       | 34       | 37       | 34,5     | 31       | 27       | 28,5     | 29       | 28       | 27,5     |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 37,5     | 35,5     |          |          |          |          | 36,5     | 35,5     |          |          |          |          | 28       | 27,6     |
|            | 28/07/2005 | 34       | 26,5     | 32,5     | 36       | 37       | 35       | 33,5     | 33       | 33       | 37       | 36       | 34       | 27,3     | 32       | 29,5     | 30       | 28       | 27       |
|            | 29/07/2005 | 28,2     | 32,5     | 33       | 36       |          |          | 32       | 33       | 33       | 36       |          |          | 27       | 27       | 28,5     | 31       |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 31,5     | 30,5     | 30,5     |          |          |          | 33       | 31,5     | 31,5     |          |          |          | 29       | 29,5     | 29,5     |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 35       | 38       | 32       | 29       |          |          | 36       | 43       | 34       | 32       |          |          | 27       | 31,5     | 28       | 25       |
|            | 13/09/2005 | 29       | 29       | 29,5     | 36       | 32       | 29       | 31       | 30,5     | 30,5     | 41       | 34       | 31,5     | 26       | 24,5     | 26       | 31       | 28       | 27,5     |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 37       |          |          |          |          |          | 40       |          |          |          |          |          | 31       |          |          |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 2.** Temperatura ambiente; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones ( Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

| MES        | FECHA      | E1ZV     |          |          |          |          |          | E1ZM     |          |          |          |          |          | E1ZL     |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 27,6     | 26,3     | 30,5     | 33,6     | 32       | 27       |          |          |          |          |          |          |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 28,1     | 26,9     | 35,5     | 34,5     | 29,6     | 27       |          |          |          |          |          |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 28,1     | 25,2     | 28,5     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 35,3     | 41,2     |          |          |          |          |          |          |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 30       | 37,7     | 44,9     | 30,1     | 28,3     |          | 30,5     | 37,1     | 36,8     | 31,1     | 28,6     |          | 29,8     | 37       | 35,6     | 30       | 28,1     |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 30,5     | 29,5     |          |          |          |          | 31,1     | 29,5     |          |          |          |          | 30,6     | 29,6     |
|            | 28/07/2005 | 28       | 29,6     | 37,5     | 35,6     | 31,2     | 27       | 29       | 29,1     | 37,7     | 36,4     | 31,2     | 26,9     | 29       | 29,1     | 36,8     | 36,5     | 30,3     | 27,1     |
|            | 29/07/2005 | 31,4     | 29,8     | 35,4     | 39,7     | 30,5     |          | 31,2     | 29,9     | 35,8     | 39,6     |          |          | 31       | 30       | 34,4     | 39,4     |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 33,6     | 28       | 29,8     |          |          |          | 33,5     | 28,1     | 28,7     |          |          |          | 33,4     | 28,1     | 28,4     |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 34,4     | 37,3     | 30       | 28,8     |          |          | 34,8     | 37,1     | 30,1     | 28,1     |          |          | 35,1     | 36,8     | 30       | 29,1     |
|            | 13/09/2005 | 30,6     | 29,4     | 30,7     |          |          |          | 30,6     | 29,5     | 30,5     |          |          |          | 30,3     | 29,5     | 30,4     |          |          |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 35       | 30,7     | 29,4     |          |          |          | 35,5     | 31,1     | 29,5     |          |          |          | 35       | 31       | 29       |
|            |            | E2ZV     |          |          |          |          |          | E2ZM     |          |          |          |          |          | E2ZL     |          |          |          |          |          |
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUNIO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 26,8     | 45,2     | 35,6     | 32,4     |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 26,6     | 28,6     | 33,6     | 34,6     | 29,5     |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 26,8     | 27,2     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 31,1     | 39,1     |          |          |          |          |          |          |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 28,9     | 35,1     | 40,7     | 31,2     | 28,2     |          | 29,2     | 35,3     | 39,4     | 30,7     | 28       |          | 32,7     | 34,5     | 35,8     | 31,1     | 28,5     |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 30,4     | 29,7     |          |          |          |          | 30,5     | 29,2     |          |          |          |          | 31,7     | 29,7     |
|            | 28/07/2005 | 29,4     | 29,4     | 35,8     | 37,2     | 32,4     | 27       | 29,5     | 29       | 36,3     | 37,1     | 32,2     | 27,2     | 29       | 29,2     | 36,6     | 37,3     | 32,6     | 27,1     |
|            | 29/07/2005 | 30       | 29,8     | 34       | 37,8     |          |          | 30,6     | 29,9     | 34,1     | 37,4     |          |          | 30,9     | 30       | 33,1     | 36,9     |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 33,5     | 28       | 28,7     |          |          |          | 33,6     | 28       | 28,8     |          |          |          | 33,7     | 28       | 28,7     |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 33,8     | 37,3     | 30       | 28,5     |          |          | 34       | 36,9     | 29,9     | 28,6     |          |          | 34,2     | 37,8     | 30       | 28,7     |
|            | 13/09/2005 | 30,9     | 29,1     | 30,6     |          |          |          | 30,9     | 29,4     | 30,7     |          |          |          | 30,8     | 29,4     | 30,9     |          |          |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 32,9     | 30,8     | 29,2     |          |          |          | 33,1     | 31,1     | 29       |          |          |          | 33,2     | 31       | 28,9     |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005  
Continuación Cuadro 2.

|            |            | E3 ZV       | E3ZM     |          |          |          | E3ZL     |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|------------|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|------|------|------|------|
|            |            |             | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |      |      |      |      |      |
| JUNIO      | 08/06/2005 | SIN REPORTE |          | 28       | 40,5     | 40,5     | 31,3     |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 09/06/2005 |             | 28,1     | 27,9     | 39,3     | 34,8     | 29       |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 10/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 11/06/2005 |             |          |          | 34,5     | 37,2     |          |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
| JULIO      | 26/07/2005 |             |          | 29,2     | 34,3     | 43       | 33,4     | 28,4     |          | 29       | 33,6     | 37,4     | 32,6     | 28,3     |      |      |      |      |      |
|            | 27/07/2005 |             |          |          |          |          | 29,8     | 30,9     |          |          |          |          | 30       | 30,5     |      |      |      |      |      |
|            | 28/07/2005 |             | 29,4     | 28,8     | 34,6     | 36,8     | 34,5     | 27,4     | 30       | 28,6     | 35,8     | 36,8     | 34,6     | 27,4     |      |      |      |      |      |
|            | 29/07/2005 |             | 30,8     | 30       | 33,4     | 36,8     |          |          | 30,7     | 29,8     | 33,5     | 37,3     |          |          |      |      |      |      |      |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |             |          |          | 34,9     | 28,1     | 29,1     |          |          | 34,1     | 28,1     | 28,8     |          |          |      |      |      |      |      |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |             |          |          | 33,8     | 37,3     | 30,1     | 28,5     |          |          | 33,8     | 37,6     | 30,1     | 28,5     |      |      |      |      |      |
|            | 13/09/2005 | 31,5        | 29,8     | 31,3     |          |          |          | 31,1     | 29,5     | 31,3     |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 17/09/2005 |             |          |          | 34,1     | 30,1     | 29,6     |          |          |          | 33,1     | 30,5     | 29,4     |          |      |      |      |      |      |
|            |            | E4ZV        | E4ZM     |          |          |          | E4ZL     |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            |            | 01:00:00    | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |          |      |      |      |      |      |
| JUNIO      | 08/06/2005 |             |          | 29,5     | 37,6     | 36,8     | 31,2     |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 09/06/2005 |             |          | 25,5     | 38,2     | 34,6     | 30       |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 10/06/2005 |             |          |          | 27,6     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
|            | 11/06/2005 |             |          |          | 33,1     | 36,4     |          |          |          |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |
| JULIO      | 26/07/2005 | 28,2        | 31,8     | 40       | 32,7     | 28,6     |          | 28,4     | 29,8     | 38       | 33,4     | 29       | 28,7     | 32,1     | 37,5 | 34,4 | 29   |      |      |
|            | 27/07/2005 |             |          |          | 29,8     | 30,7     |          |          |          | 29,6     | 31,7     |          |          |          | 29,7 | 31,3 |      |      |      |
|            | 28/07/2005 | 29,8        | 29,2     | 34       | 36,7     | 34,6     | 27,1     | 29,7     | 28,9     | 33,6     | 36,8     | 34,9     | 27,4     | 29,5     | 28,4 | 33,4 | 36,6 | 34,9 | 28,6 |
|            | 29/07/2005 | 28,5        | 29,6     | 33,4     | 37,4     |          |          | 28,5     | 29,3     | 33,6     | 37,8     |          |          | 29,1     | 29,7 | 33,5 | 37,6 |      |      |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |             | 37       | 28,5     | 29,4     |          |          |          | 37,1     | 28,5     | 29,2     |          |          | 35,8     | 28,5 | 29,2 |      |      |      |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |             |          | 33,9     | 36,6     | 30,1     | 29,1     |          |          | 33,3     | 36,8     | 30       | 29,1     |          | 32,5 | 36   | 30,1 | 29,1 |      |
|            | 13/09/2005 | 30,4        | 29,4     | 31,2     |          |          |          | 30,4     | 29,4     | 30,6     |          |          |          | 30,4     | 29,5 | 30,3 |      |      |      |
|            | 17/09/2005 |             |          | 33,8     | 30,5     | 29,1     |          |          |          |          | 33,1     | 31,1     | 30,2     |          |      | 33   | 30,7 | 29,9 |      |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005  
 Continuación Cuadro 2

|            |            | E5ZV     |          |          |          |          | E5ZM     |          |          |          |          | E5ZL     |          |          |          |          |          |          |          |      |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |      |
| JUNIO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 28,1     | 31,7     | 29       | 38,2     | 36,8     | 30,9     | 28,9     |          |          |          |          |          |      |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 26,5     |          |          | 35,6     | 34,6     | 29,7     |          |          |          |          |          |          |      |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 28       |          |          |          |          |          |          |          |          |      |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 27,8     | 30,1     | 32,1     | 33,4     | 29,1     |          |          |          | 32,2     | 34,9     | 33,9     | 29       |          |          | 31,9     | 35,6     | 34       | 30   |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 30,1     | 30,5     |          |          |          |          |          | 30,4     | 30,4     |          |          |          | 29,8     | 30       |      |
|            | 28/07/2005 | 29,5     | 28,4     | 31,8     | 34,3     | 33,2     | 27,6     | 29,7     | 28,3     | 34,4     | 34,3     | 33,7     | 27,7     | 29,3     | 28,2     | 34,3     | 34,7     | 34,3     | 27,8     |      |
|            | 29/07/2005 | 35       | 29,8     | 30,4     | 36,2     |          |          | 28,5     | 29,7     | 30,8     | 35,2     |          |          | 28,5     | 29,5     | 32,6     | 36,5     |          |          |      |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 32,5     | 28,4     | 28,7     |          |          |          | 34,6     | 28,4     | 28,8     |          |          |          | 35,1     | 28,4     | 29       |          |      |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 32       | 34,3     | 30       | 29,4     |          |          |          | 32,7     | 35,3     | 30,2     | 29,4     |          |          | 33,4     | 35,3     | 30,1     | 29,3 |
|            | 13/09/2005 | 30,4     | 28,5     | 30,8     |          |          |          | 30,5     | 28,5     | 30,7     |          |          |          | 30,4     | 28,5     | 30,4     |          |          |          |      |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 35,2     | 30,4     | 28,3     |          |          |          |          | 35,1     | 30,9     | 28,8     |          |          | 34,8     | 30       | 29       |      |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 3.** Humedad ambiente; datos de los registros tomados en diferentes momentos del día durante la semana intensiva, para las estaciones (Estación 1, Estación 2, Estación 3, Estación 4 y Estación 5) y los respectivos estratos (ZV, ZM, ZL). Temporada 2005, junio-septiembre, playa Arrecifes-PNNT

| MES        | FECHA      | E1ZV     |          |          |          |          | E1ZM     |          |          |          |          | E1ZL     |          |          |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUINO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 99       | 96       | 99       | 82       |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 95       | 98       | 80       | 76       | 88       | 97       |          |          |          |          |          |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 98       | 99       | 100      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 79       | 60       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 94       | 90       | 81       | 96       | 100      |          | 94       | 88       | 84       | 93       | 100      |          | 95       | 83       | 77       | 67       | 100      |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 100      | 100      |          |          |          |          | 99       | 100      |          |          |          |          | 97       | 100      |
|            | 28/07/2005 | 99       | 100      | 95       | 90       | 92       | 100      | 100      | 100      | 95       | 90       | 93       | 100      | 100      | 100      | 97       | 91       | 95       | 100      |
|            | 29/07/2005 | 98       | 98       | 91       | 79       |          |          | 98       | 98       | 91       | 76       |          |          | 99       | 98       | 92       | 79       |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 98       | 95       | 100      | 100      |          |          | 96       | 94       | 100      | 100      |          |          | 96       | 93       | 100      | 100      |
|            | 13/09/2005 | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |
|            |            | E2ZV     |          |          |          |          | E2ZM     |          |          |          |          | E2ZL     |          |          |          |          |          |          |          |
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUINO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 99       | 45       | 99       | 86       |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 98       | 98       | 74       | 81       | 89       |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 97       | 98       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 90       | 63       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          | 98       | 91       | 77       | 93       | 99       |          | 98       | 90       | 91       | 91       | 100      |          | 90       | 85       | 81       | 91       | 100      |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 99       | 99       |          |          |          |          | 100      | 99       |          |          |          |          | 100      | 100      |
|            | 28/07/2005 | 98       | 100      | 98       | 90       | 92       | 100      | 99       | 100      | 98       | 89       | 94       | 100      | 90       | 100      | 98       | 89       | 92       | 100      |
|            | 29/07/2005 | 97       | 98       | 90       | 85       |          |          | 98       | 98       | 92       | 82       |          |          | 98       | 98       | 91       | 86       |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 98       | 96       | 100      | 100      |          |          | 98       | 96       | 100      | 100      |          |          | 98       | 95       | 100      | 100      |
|            | 13/09/2005 | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Continuación Cuadro 3

|            |            | E3ZV        | E3ZM     |          |          |          | E3ZL     |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|------------|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            |            |             | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |     |     |     |     |     |     |
| JUINO      | 08/06/2005 | SIN REPORTE |          | 90       | 40       | 90       | 85       |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 09/06/2005 |             | 95       | 98       | 79       | 84       | 86       |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 10/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 11/06/2005 |             |          |          | 81       | 69       |          |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
| JULIO      | 26/07/2005 |             |          |          | 97       | 95       | 70       | 92       | 99       |          | 96       | 90       | 72       | 96       | 100 |     |     |     |     |     |
|            | 27/07/2005 |             |          |          |          |          |          | 100      | 99       |          |          |          |          | 100      | 99  |     |     |     |     |     |
|            | 28/07/2005 |             |          | 98       | 100      | 99       | 92       | 90       | 99       |          | 99       | 100      | 98       | 91       | 89  | 99  |     |     |     |     |
|            | 29/07/2005 |             |          | 98       | 98       | 92       | 84       |          |          |          | 98       | 99       | 90       | 81       |     |     |     |     |     |     |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |             |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |     |     |     |     |     |     |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |             |          |          |          | 98       | 97       | 100      | 100      |          |          | 98       | 94       | 100      | 100 |     |     |     |     |     |
|            | 13/09/2005 |             | 100      | 100      | 100      |          |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 17/09/2005 |             |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |     |     |     |     |     |     |
|            |            | E4ZV        | E4ZM     |          |          |          | E4ZL     |          |          |          |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            |            | 01:00:00    | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |          |     |     |     |     |     |     |
| JUINO      | 08/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          | 99       | 37       | 99       | 88       |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 09/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          | 97       | 63       | 79       | 89       |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 10/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          |          | 27       |          |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
|            | 11/06/2005 |             |          |          |          |          |          |          |          | 79       | 72       |          |          |          |     |     |     |     |     |     |
| JULIO      | 26/07/2005 |             | 98       | 98       | 90       | 92       | 100      |          | 97       | 95       | 96       |          | 100      |          | 97  | 91  | 85  | 91  | 100 |     |
|            | 27/07/2005 |             |          |          |          | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      |          |          |     |     | 99  | 99  |     |     |
|            | 28/07/2005 |             | 99       | 100      | 99       | 94       | 91       | 100      | 100      | 100      | 98       | 94       | 90       | 100      | 100 | 100 | 99  | 94  | 91  | 100 |
|            | 29/07/2005 |             | 99       | 98       | 93       | 85       |          |          | 99       | 97       | 91       | 84       |          |          | 98  | 97  | 95  | 87  |     |     |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |             |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |     | 100 | 100 | 100 |     |     |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |             |          |          | 99       | 97       | 100      | 100      |          |          | 99       | 96       | 99       | 100      |     | 99  | 96  | 99  | 100 |     |
|            | 13/09/2005 |             | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100 | 100 | 100 |     |     |     |
|            | 17/09/2005 |             |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          | 100      | 100      | 100      |          |     |     | 100 | 100 | 100 |     |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005  
 Continuación Cuadro 3

|            |            | E5ZV     |          |          |          |          |          | E5ZM     |          |          |          |          |          | E5ZL     |          |          |          |          |          |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |            | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 05:00:00 | 09:00:00 | 13:00:00 | 17:00:00 | 21:00:00 |
| JUINO      | 08/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          | 99       | 38       | 99       | 90       | 98       |          |          |          |          |          |          |
|            | 09/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 95       | 96       | 73       | 81       | 88       | 98       |          |          |          |          |          |          |
|            | 10/06/2005 |          |          |          |          |          |          | 97       |          | 28       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 11/06/2005 |          |          |          |          |          |          |          |          | 89       | 73       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| JULIO      | 26/07/2005 |          |          | 99       | 94       | 100      | 100      |          | 99       | 98       | 95       | 100      | 100      |          |          | 92       | 90       | 100      | 100      |
|            | 27/07/2005 |          |          |          |          | 100      | 100      |          |          |          |          | 100      | 100      |          |          |          |          | 100      | 100      |
|            | 28/07/2005 | 100      | 100      | 100      | 99       | 92       | 99       | 100      | 100      | 100      | 96       | 93       | 99       | 99       | 100      | 100      | 95       | 92       | 99       |
|            | 29/07/2005 | 100      | 98       | 99       | 85       |          |          | 100      | 99       | 99       | 84       |          |          | 100      | 97       | 94       | 79       |          |          |
| AGOSTO     | 16/08/2005 |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |
| SEPTIEMBRE | 12/09/2005 |          |          | 100      | 97       | 99       | 100      |          |          | 100      | 97       | 99       | 100      |          |          | 100      | 97       | 99       | 100      |
|            | 13/09/2005 | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          |
|            | 17/09/2005 |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |          |          |          | 100      | 100      | 100      |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 4.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de junio en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas.

| JUNIO                     | Test de Duncan    |                    |
|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Temperatura del sedimento | Grupos homogéneos |                    |
| <b>ZV</b>                 | 01:00             | X                  |
|                           | 05:00             | X                  |
|                           | 21:00             | X                  |
|                           | 09:00             | X                  |
|                           | 13:00             | X                  |
|                           | 17:00             | X                  |
|                           | <b>Contraste</b>  | <b>Diferencias</b> |
|                           | 1:00-21:00        | 0,208              |
|                           | 1:00-5:00         | 0,250              |
|                           | 1:00-9:00         | *-1,822            |
|                           | 1:00-13:00        | *-6,058            |
|                           | 1:00-17:00        | *-4,208            |
|                           | 21:00-5:00        | 0,042              |
|                           | 21:00-9:00        | *-2,031            |
|                           | 21:00-13:00       | *-6,267            |
|                           | 21:00-17:00       | *-4,417            |
|                           | 5:00-9:00         | *-2,072            |
|                           | 5:00-13:00        | *-6,308            |
|                           | 5:00-17:00        | *-4,458            |
|                           | 9:00-13:00        | *-4,235            |
| 9:00-17:00                | *-2,385           |                    |
| 13:00-17:00               | *1,85             |                    |
| <b>ZM</b>                 | 01:00             | X                  |
|                           | 05:00             | X                  |
|                           | 21:00             | X                  |
|                           | 09:00             | X                  |
|                           | 13:00             | X                  |
|                           | 17:00             | X                  |
|                           | <b>Contraste</b>  | <b>Diferencias</b> |
|                           | 1:00-5:00         | -0,333             |
|                           | 1:00-9:00         | *-2,400            |
|                           | 1:00-13:00        | *-6,200            |
|                           | 1:00-17:00        | *-5,333            |
|                           | 1:00-21:00        | -0,300             |
|                           | 5:00-9:00         | *-2,067            |
|                           | 5:00-13:00        | *-5,867            |
|                           | 5:00-17:00        | *-5,000            |
|                           | 5:00-21:00        | 0,033              |
|                           | 9:00-13:00        | *-3,800            |
|                           | 9:00-17:00        | *-2,933            |
|                           | 9:00-21:00        | *2,100             |
|                           | 13:00-17:00       | 0,867              |
| 13:00-21:00               | *5,900            |                    |
| 17:00-21:00               | *5,033            |                    |

Continuación Cuadro 4.



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

|             |                  |                    |
|-------------|------------------|--------------------|
|             | <b>01:00</b>     | X                  |
|             | <b>05:00</b>     | X                  |
|             | <b>21:00</b>     | X                  |
|             | <b>09:00</b>     | X                  |
|             | <b>17:00</b>     | X                  |
|             | <b>13:00</b>     | X                  |
|             | <b>Contraste</b> | <b>Diferencias</b> |
| <b>ZL</b>   | 1:00-5:00        | 0,348              |
|             | 1:00-9:00        | *-1,944            |
|             | 1:00-13:00       | *-4,852            |
|             | 1:00-17:00       | *-2,585            |
|             | 1:00-21:00       | 0,581              |
|             | 5:00-9:00        | *-2,292            |
|             | 5:00-13:00       | *-5,2              |
|             | 5:00-17:00       | *-2,933            |
|             | 5:00-21:00       | 0,233              |
|             | 9:00-13:00       | *-2,908            |
|             | 9:00-17:00       | -0,642             |
|             | 9:00-21:00       | *2,525             |
|             | 13:00-17:00      | *2,267             |
| 13:00-21:00 | *5,433           |                    |
| 17:00-21:00 | *3,167           |                    |

**Cuadro 5.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de julio en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas.

| JULIO       | Test de Duncan            |                    |
|-------------|---------------------------|--------------------|
|             | Temperatura del sedimento | Grupos homogéneos  |
| ZV          | 01:00                     | X                  |
|             | 05:00                     | X                  |
|             | 09:00                     | X                  |
|             | 21:00                     | X                  |
|             | 13:00                     | X                  |
|             | 17:00                     | X                  |
|             | <b>Contraste</b>          | <b>Diferencias</b> |
|             | 1:00-5:00                 | 0,416              |
|             | 1:00-9:00                 | -1,167             |
|             | 1:00-13:00                | *-3,817            |
|             | 1:00-17:00                | *-3,167            |
|             | 1:00-21:00                | -1,234             |
|             | 5:00-9:00                 | -1,583             |
|             | 5:00-13:00                | *-4,233            |
|             | 5:00-17:00                | *-3,583            |
|             | 5:00-21:00                | -1,650             |
|             | 9:00-13:00                | *-2,65             |
|             | 9:00-17:00                | *-2,000            |
|             | 9:00-21:00                | 0,067              |
|             | 13:00-17:00               | 0,650              |
| 13:00-21:00 | *2,583                    |                    |
| 17:00-21:00 | *1,933                    |                    |
| ZM          | 01:00                     | X                  |
|             | 05:00                     | X                  |
|             | 09:00                     | X                  |
|             | 21:00                     | X                  |
|             | 13:00                     | X                  |
|             | 17:00                     | X                  |
|             | <b>Contraste</b>          | <b>Diferencias</b> |
|             | 1:00-5:00                 | *1,372             |
|             | 1:00-9:00                 | -0,014             |
|             | 1:00-13:00                | *-4,147            |
|             | 1:00-17:00                | *-4,214            |
|             | 1:00-21:00                | *-1,747            |
|             | 5:00-9:00                 | *-1,387            |
|             | 5:00-13:00                | *-5,520            |
|             | 5:00-17:00                | *-5,587            |
|             | 5:00-21:00                | *-3,120            |
|             | 9:00-13:00                | *-4,133            |
|             | 9:00-17:00                | *-4,200            |
|             | 9:00-21:00                | *-1,733            |
|             | 13:00-17:00               | -0,067             |
| 13:00-21:00 | *2,400                    |                    |
| 17:00-21:00 | *2,467                    |                    |

Continuación Cuadro 5



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

|             |                  |                    |
|-------------|------------------|--------------------|
|             | <b>01:00</b>     | X                  |
|             | <b>05:00</b>     | X                  |
|             | <b>09:00</b>     | X                  |
|             | <b>17:00</b>     | X                  |
|             | <b>21:00</b>     | X                  |
|             | <b>13:00</b>     | X                  |
|             | <b>Contraste</b> | <b>Diferencias</b> |
| <b>ZL</b>   | 1:00-5:00        | 0,173              |
|             | 1:00-9:00        | -0,940             |
|             | 1:00-13:00       | *-2,507            |
|             | 1:00-17:00       | 0,126              |
|             | 1:00-21:00       | -0,082             |
|             | 5:00-9:00        | -1,113             |
|             | 5:00-13:00       | *-2,680            |
|             | 5:00-17:00       | -0,047             |
|             | 5:00-21:00       | -0,255             |
|             | 9:00-13:00       | *-1,567            |
|             | 9:00-17:00       | 1,067              |
|             | 9:00-21:00       | 0,858              |
|             | 13:00-17:00      | *2,633             |
| 13:00-21:00 | *2,425           |                    |
| 17:00-21:00 | -0,208           |                    |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 6.** Test de Duncan para la temperatura del sedimento durante el mes de septiembre en los diferentes estratos (ZV, ZM, ZL), este cuadro muestra los grupos homogéneos entre las diferentes horas del día en que se reportó la temperatura del suelo (X), además muestra pares de horas semejantes en cuanto a esta variable. \* Denota diferencias estadísticamente significativas.

| SEPTIEMBRE                | Test de Duncan    |                    |
|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Temperatura del sedimento | Grupos homogéneos |                    |
| ZV                        | 09:00             | X                  |
|                           | 17:00             | X                  |
|                           | 21:00             | X                  |
|                           | 13:00             | X                  |
|                           | <b>Contraste</b>  | <b>Diferencias</b> |
|                           | 9:00-13:00        | *-4,313            |
|                           | 9:00-17:00        | -0,250             |
|                           | 9:00-21:00        | 1,688              |
|                           | 13:00-17:00       | *4,063             |
|                           | 13:00-21:00       | *6,000             |
| 17:00-21:00               | 1,938             |                    |
| ZM                        | 21:00             | X                  |
|                           | 09:00             | XX                 |
|                           | 17:00             | X                  |
|                           | 13:00             | X                  |
|                           | <b>Contraste</b>  | <b>Diferencias</b> |
|                           | 9:00-13:00        | *-7,271            |
|                           | 9:00-17:00        | -0,500             |
|                           | 9:00-21:00        | 1,650              |
|                           | 13:00-17:00       | 6,771              |
|                           | 13:00-21:00       | *8,921             |
| 17:00-21:00               | *2,150            |                    |
| ZL                        | 09:00             | X                  |
|                           | 17:00             | X                  |
|                           | 21:00             | X                  |
|                           | 13:00             | X                  |
|                           | <b>Contraste</b>  | <b>Diferencias</b> |
|                           | 9:00-13:00        | *-4,685            |
|                           | 9:00-17:00        | -0,800             |
|                           | 9:00-21:00        | 0,200              |
|                           | 13:00-17:00       | *3,885             |
|                           | 13:00-21:00       | *4,885             |
| 17:00-21:00               | 1,000             |                    |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Cuadro 7. a) Datos tomados de humedad del sedimento y pH durante el mes de junio; b) estadísticos de pH y Humedad del sedimento (%).  $\bar{x}$  : Promedio; Desvez: desviación estándar; CV: coeficiente de variación (%); EE: error estándar. Junio 2005, playa Arrecifes PNNT

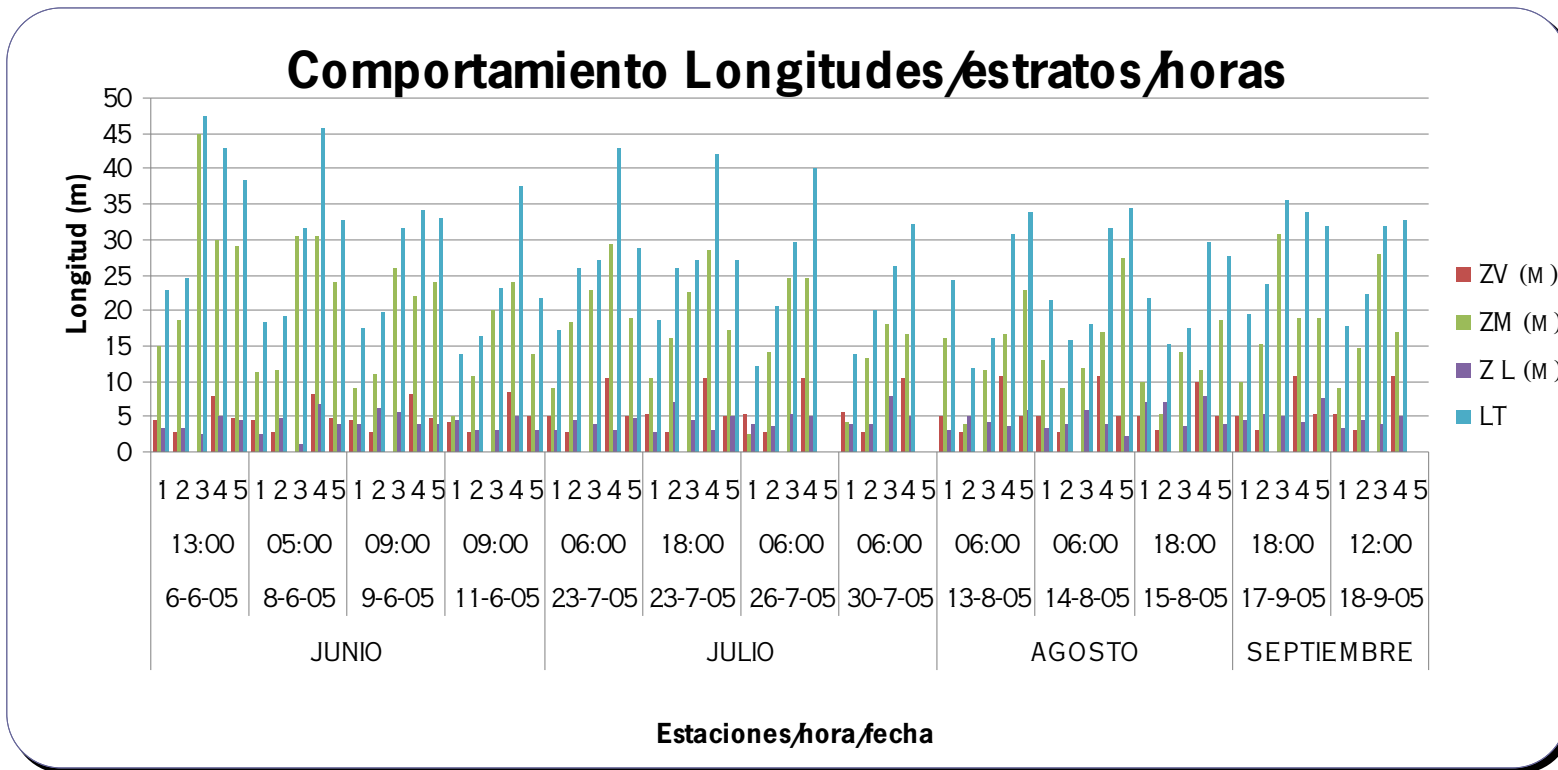
| JULIO                 |                        |          | E1        |        |         |        | E2        |        |         |        | E3        |        |        |       | E4        |        |         |        | E5        |        |         |        |
|-----------------------|------------------------|----------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Indicad               | Variables              | Estratos | $\bar{x}$ | DS     | CV (%)  | EE     | $\bar{x}$ | DS     | CV (%)  | EE     | $\bar{x}$ | DS     | CV (%) | EE    | $\bar{x}$ | DS     | CV (%)  | EE     | $\bar{x}$ | DS     | CV (%)  | EE     |
| A.<br>Geomorfológicos | pH                     | V        | 6,989     | 0,047  | 0,675   | 0,011  | 6,833     | 0,277  | 4,047   | 0,065  |           |        |        |       | 6,939     | 0,104  | 1,494   | 0,024  | 6,961     | 0,092  | 1,317   | 0,022  |
|                       |                        | M        | 6,061     | 0,541  | 8,932   | 0,128  | 6,31      | 0,520  | 8,240   | 0,122  | 5,056     | 0,664  | 13,125 | 0,156 | 6,650     | 0,379  | 5,703   | 0,089  | 6,700     | 0,358  | 5,345   | 0,084  |
|                       |                        | L        | 4,856     | 0,391  | 8,061   | 0,092  | 4,683     | 0,507  | 10,820  | 0,119  | 4,872     | 0,544  | 11,171 | 0,128 | 4,628     | 0,567  | 12,242  | 0,134  | 4,978     | 0,928  | 18,650  | 0,219  |
|                       | Humedad<br>sedimento % | V        | 0,5882    | 2,425  | 412,311 | 0,588  | 12,778    | 25,737 | 201,424 | 6,0664 |           |        |        |       | 12,632    | 24,853 | 196,756 | 5,702  | 1,389     | 3,346  | 240,881 | 0,789  |
|                       |                        | M        | 60,882    | 29,221 | 47,996  | 7,087  | 48,056    | 31,629 | 65,818  | 7,455  | 73,684    | 40,168 | 54,513 | 9,215 | 27,368    | 31,108 | 113,663 | 7,137  | 30,000    | 23,639 | 78,798  | 5,572  |
|                       |                        | L        | 62,941    | 45,657 | 72,539  | 11,073 | 75,000    | 41,480 | 55,3066 | 9,777  | 76,316    | 40,717 | 53,354 | 9,341 | 66,842    | 44,604 | 66,7297 | 10,233 | 70,000    | 43,656 | 62,3663 | 10,290 |





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Figura 1. Longitudes reportadas para las diferentes estaciones y estratos en diferentes momentos del día durante los meses de muestreo junio-septiembre. Playa Arrecifes PNNT, 2005

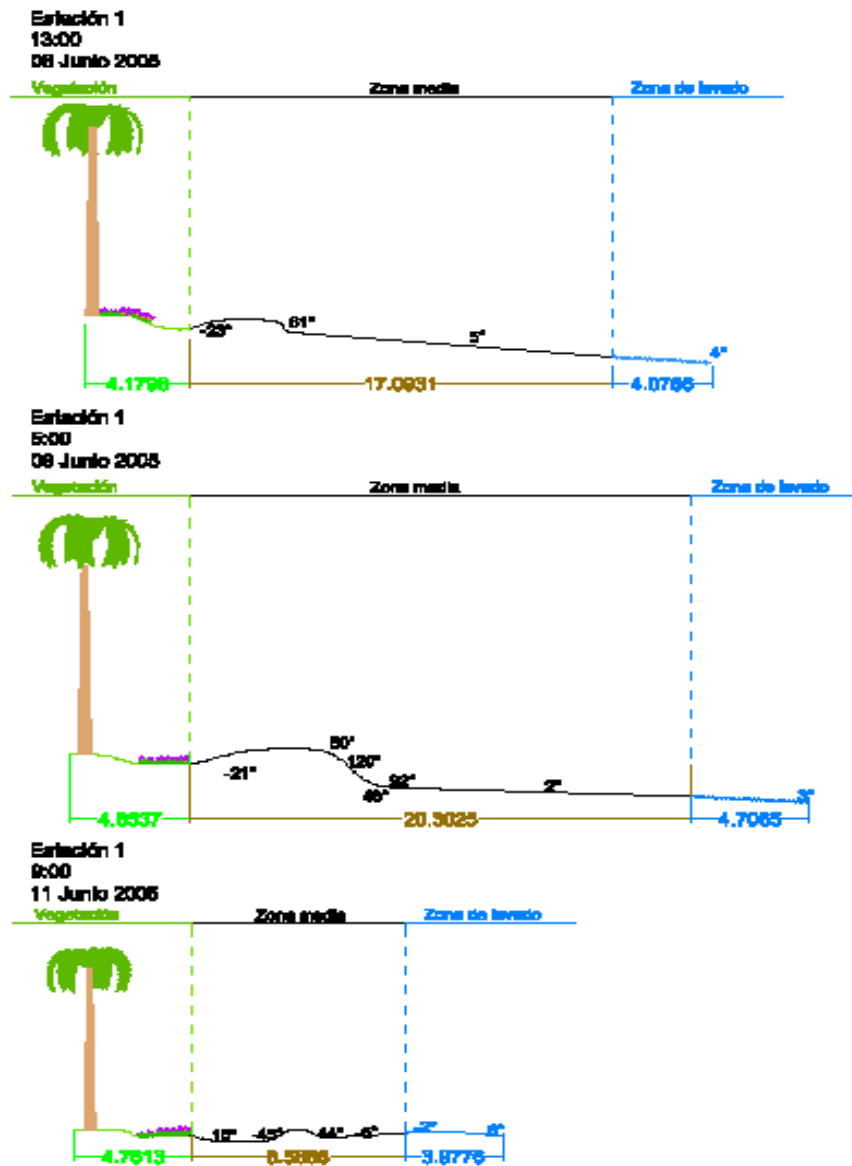




Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

ANEXO E PERFILES

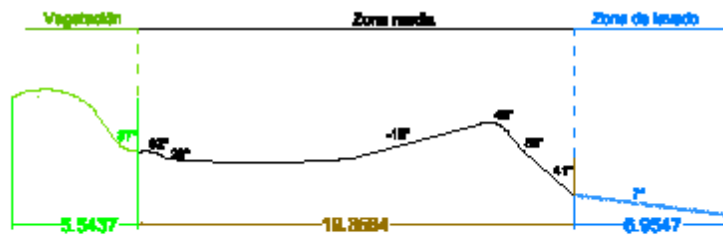
JUNIO





# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

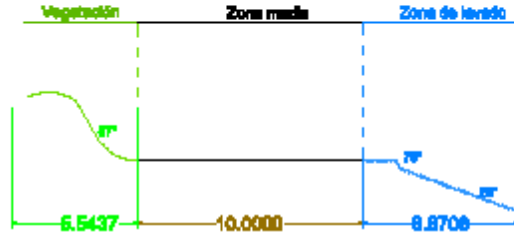
Estación 2  
13:00  
08 Junio 2006



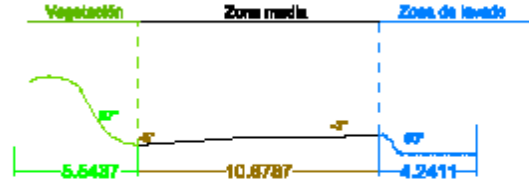
Estación 2  
8:00  
08 Junio 2006



Estación 2  
8:00  
09 Junio 2006

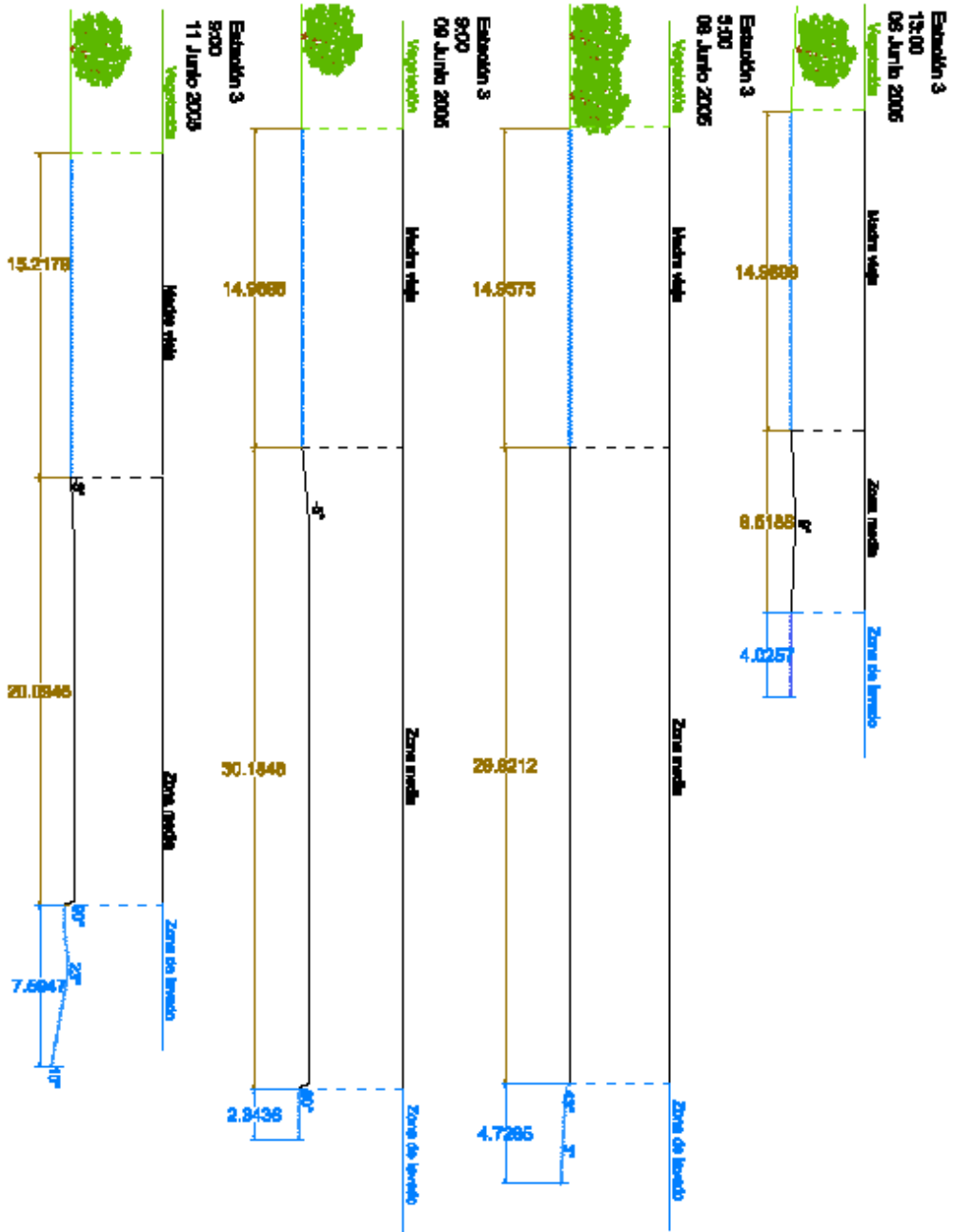


Estación 2  
8:00  
11 Junio 2006





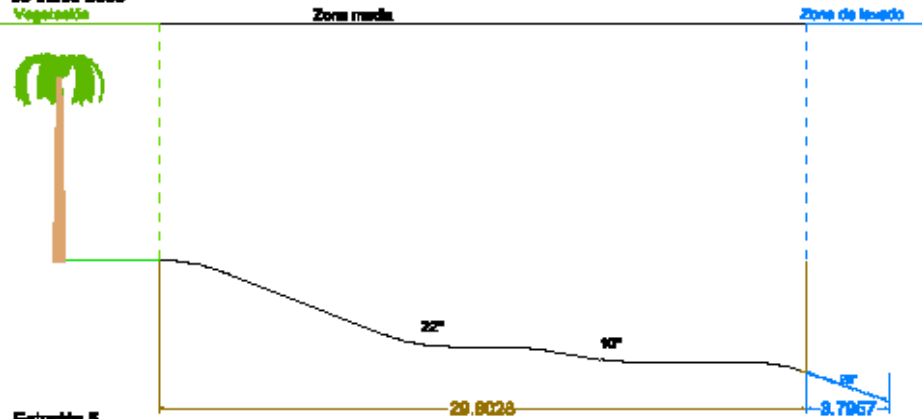
Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

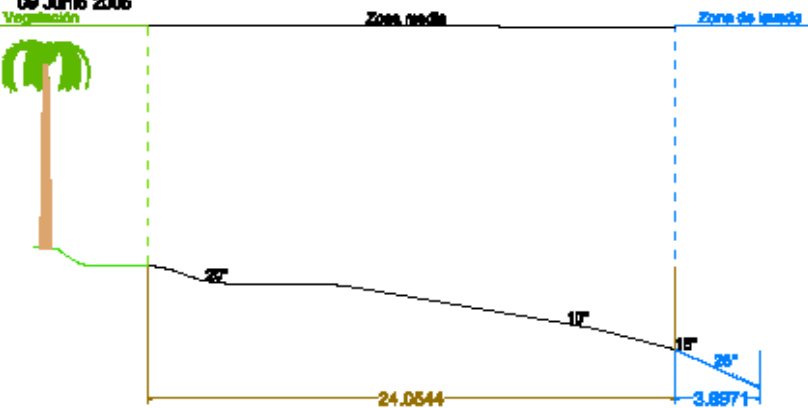
Estación 5  
13:00  
08 Junio 2005  
Vegetación



Estación 5  
8:00  
08 Junio 2005  
Vegetación



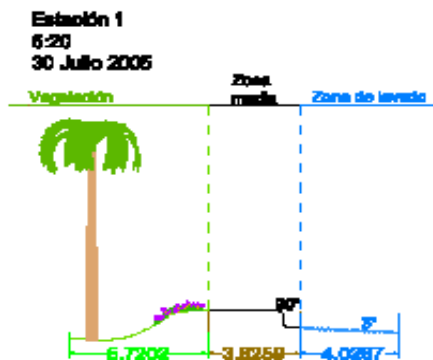
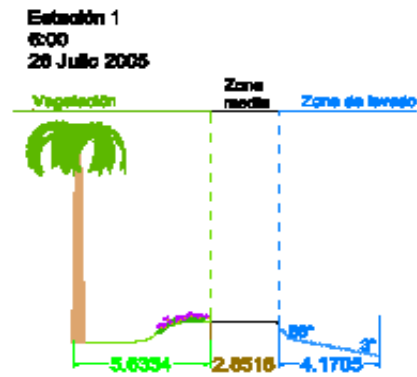
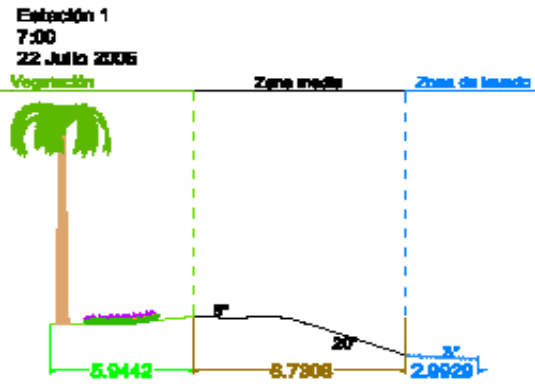
Estación 5  
8:30  
09 Junio 2005  
Vegetación



JULIO



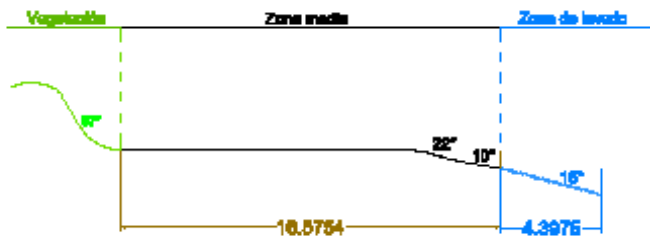
# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Estación 2  
7:00  
22 Julio 2005



Estación 2  
18:00  
22 Julio 2005



Estación 2  
6:20  
30 Julio 2005

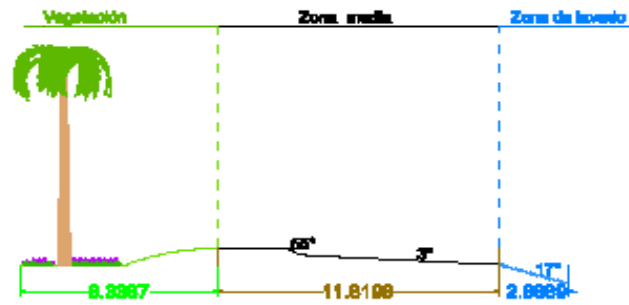




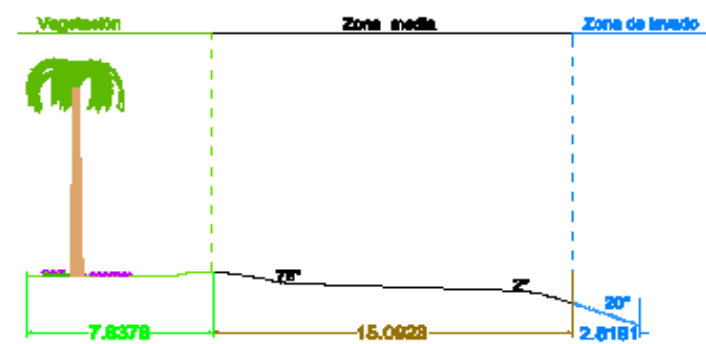
# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

## AGOSTO

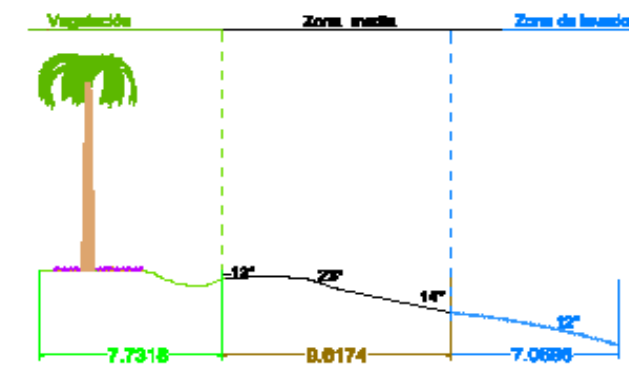
Estación 1  
8:36  
13 Agosto 2005



Estación 1  
8:36  
14 Agosto 2005



Estación 1  
17:30  
16 Agosto 2005





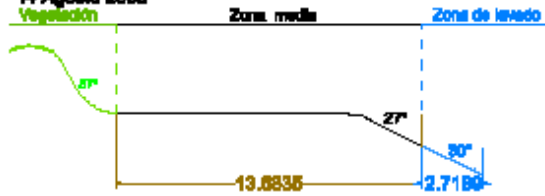


# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Estación 2  
8:35  
13 Agosto 2006



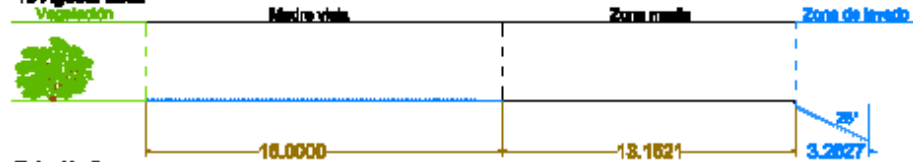
Estación 2  
8:35  
14 Agosto 2006



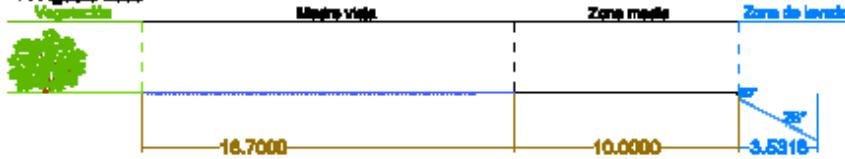
Estación 2  
17:30  
15 Agosto 2006



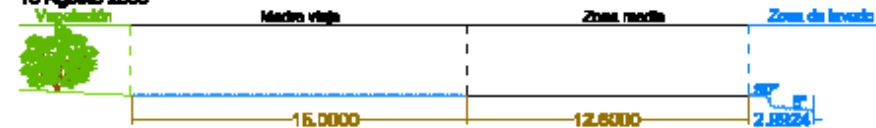
Estación 3  
8:30  
13 Agosto 2006



Estación 3  
8:35  
14 Agosto 2006

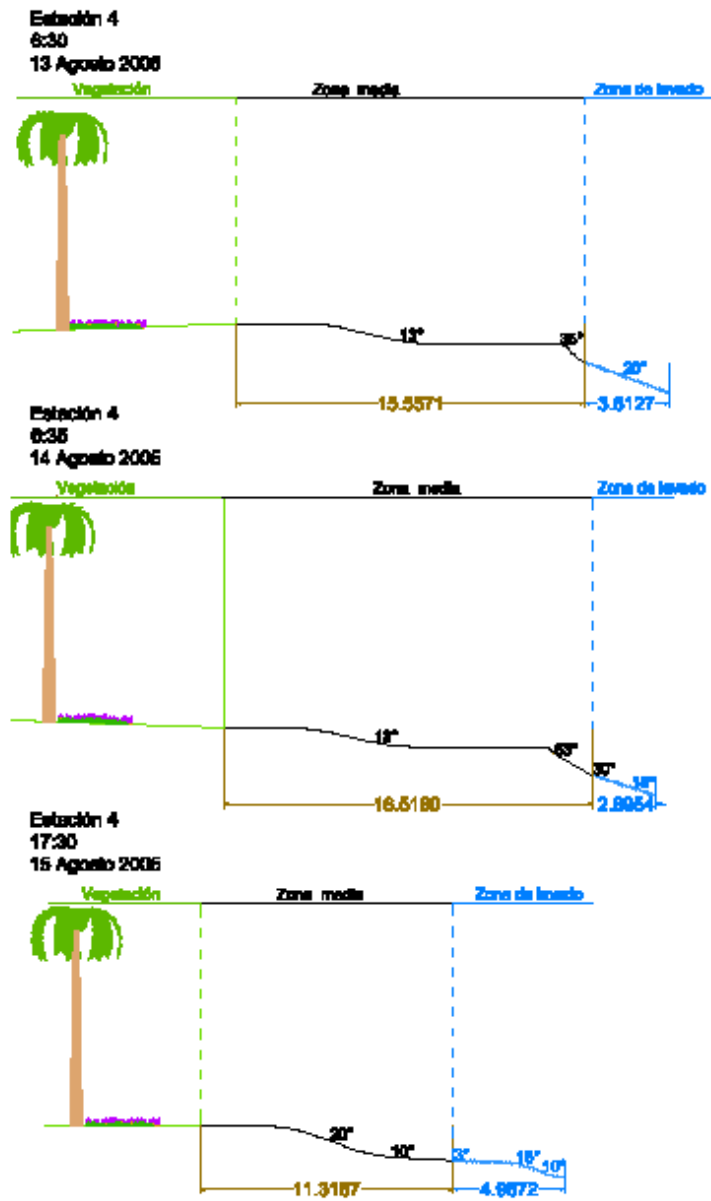


Estación 3  
17:30  
15 Agosto 2006





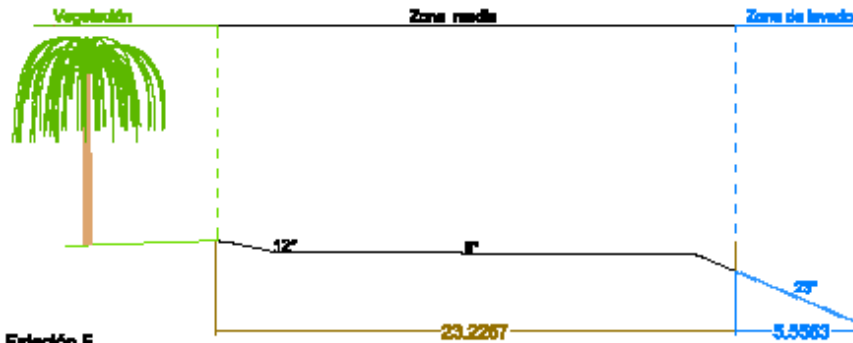
# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005



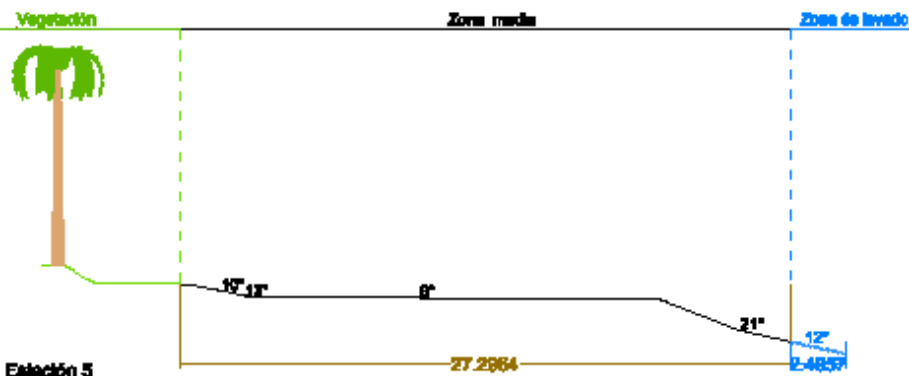


# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

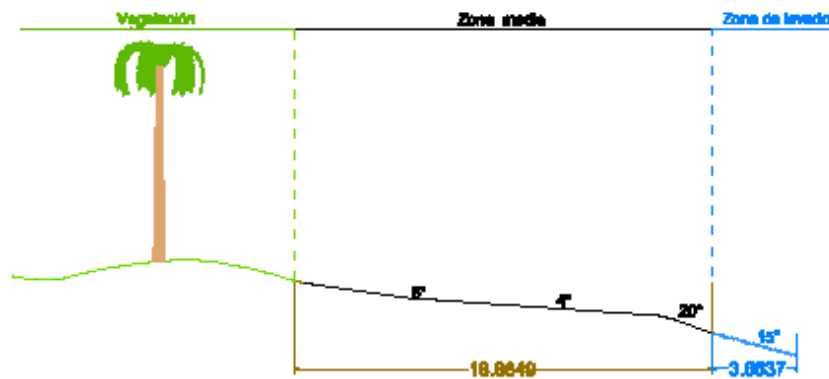
Estación 5  
6:25  
13 Agosto 2005



Estación 5  
8:30  
14 Agosto 2005



Estación 5  
17:30  
15 Agosto 2005

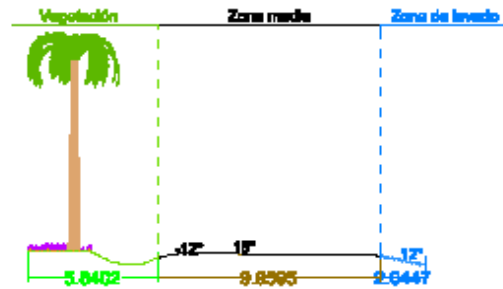




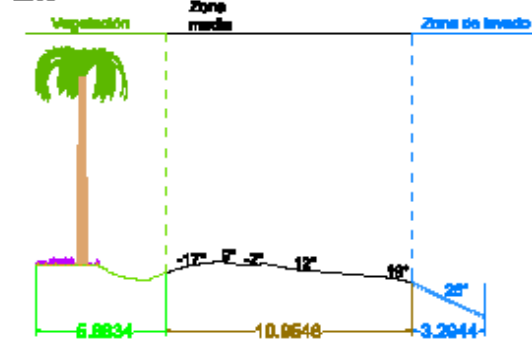
Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

SEPTIEMBRE

Estación 1  
17:30  
17 Septiembre  
2005



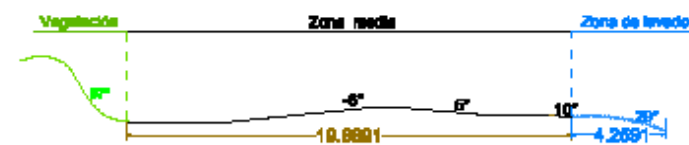
Estación 1  
11:30  
18 Septiembre  
2005



Estación 2  
17:30  
17 Septiembre  
2005

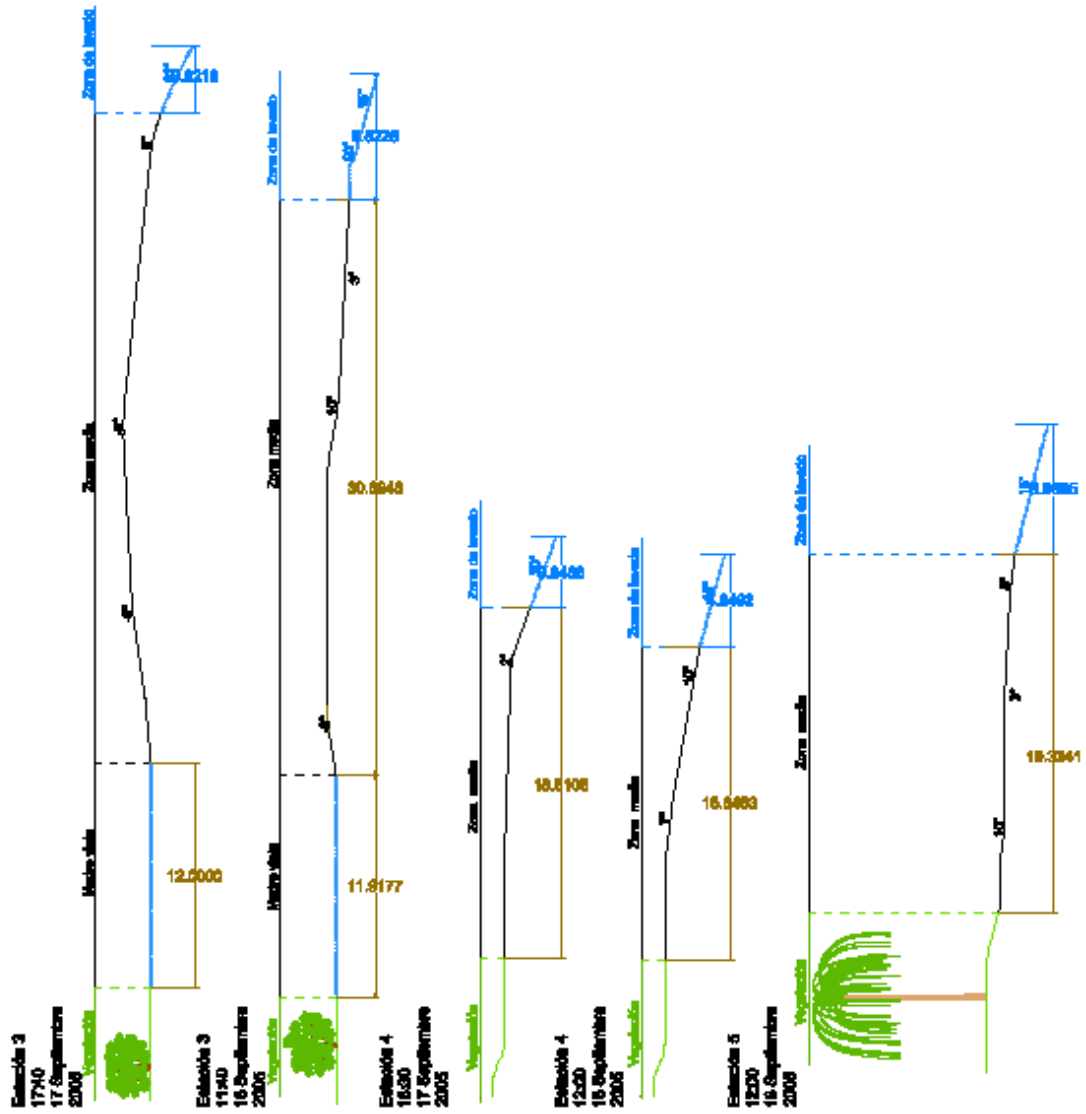


Estación 2  
11:30  
18 Septiembre  
2005





# Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**ANEXO F. Fases Lunares**



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

Fases Lunares para el mes de Abril del año 2005

Lunes  
Martes  
Miércoles  
Jueves  
Viernes  
Sábado  
Domingo





Ca

17

18

19

20

21

22

23

24 Llana

25

26

27

28

29

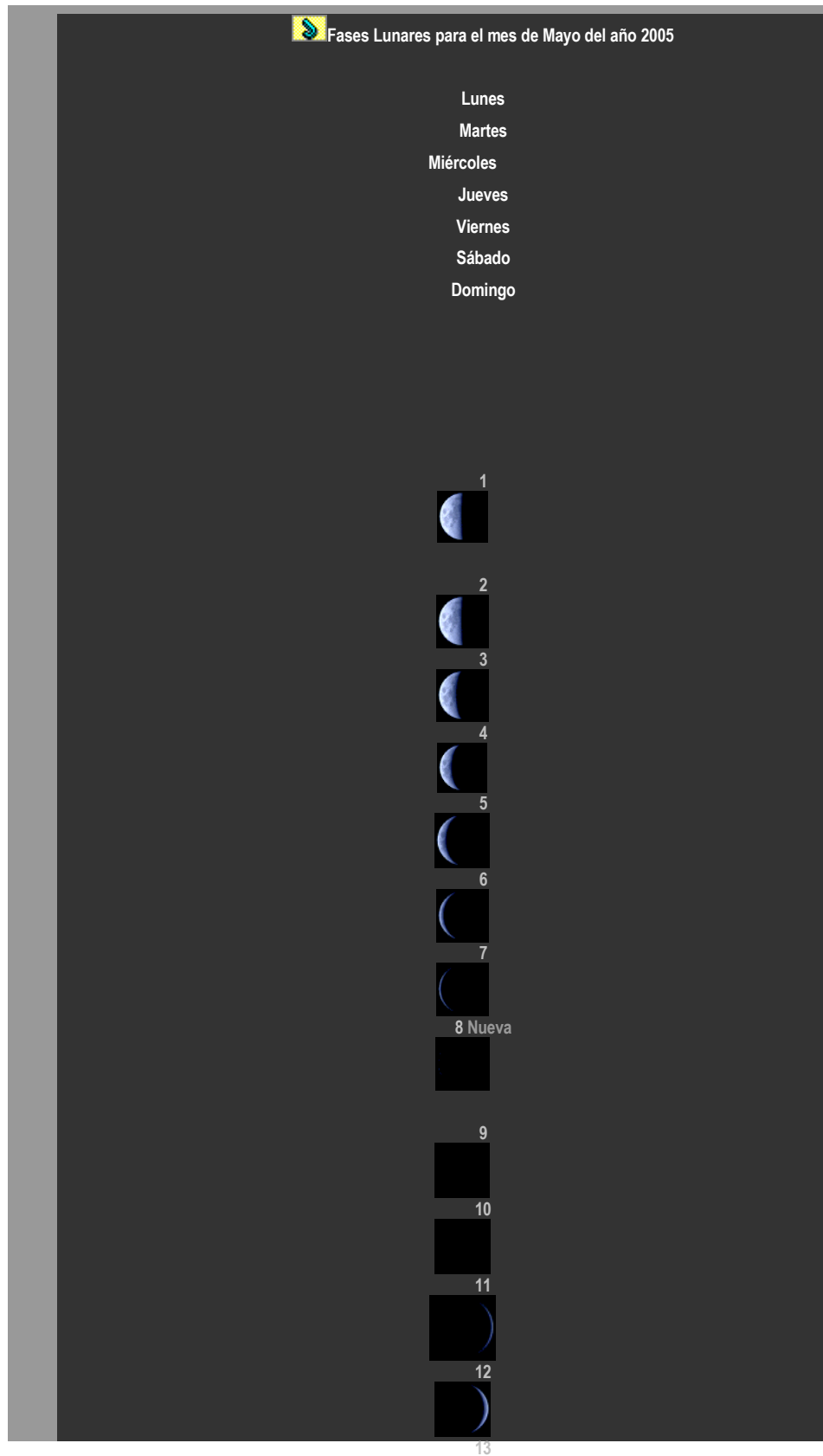
30

2005



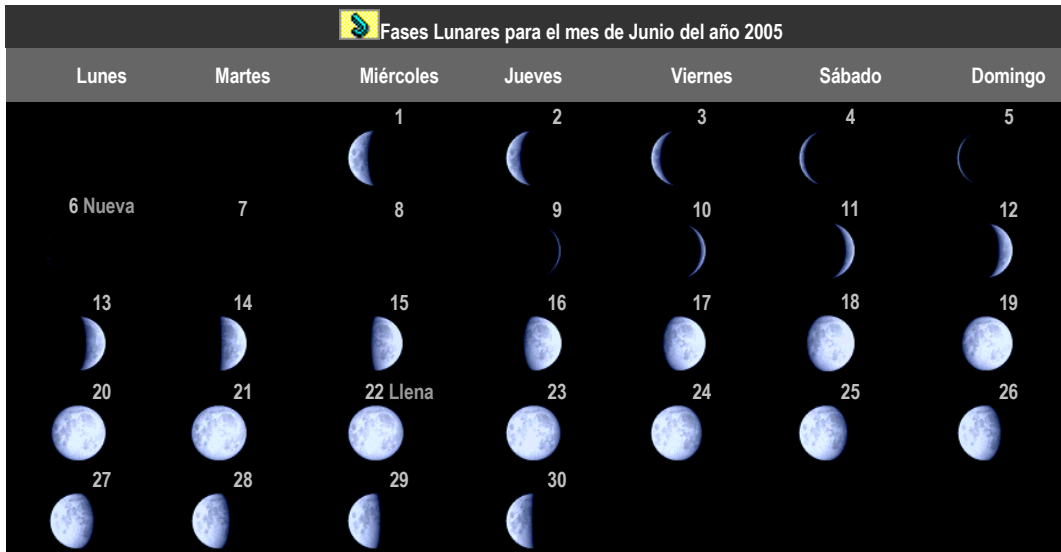


## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005





**Figura 1.** Fases lunares durante los meses abril-septiembre 2005. **Fuente:** [http://www.tutiempo.net/luna/fases\\_10\\_2005.htm](http://www.tutiempo.net/luna/fases_10_2005.htm)



## ANEXO G. ESTADÍSTICOS ACTIVIDAD DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS

**Cuadro 1.** Temperaturas de incubación de los cuatro nidos reportados. **a)** N1; **b)** N2; **c)** N3; **d)** N4.

**Cuadro 2.** Test de Duncan para las temperaturas de incubación de las cuatro nidadas



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Cuadro 3.** Registros inconclusos (humedad del sedimento y pH) de los nidos durante el mes de mayo. **a)** pH; **b)** Humedad del sedimento (%H)

**Cuadro 1.** Temperaturas de incubación de los cuatro nidos reportados. **a)** N1; **b)** N2; **c)** N3; **d)** N4.

**a)**



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| NIDADA 1 (N1) 27/ABRIL |                 |       |       |       |       |
|------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| FECHA                  | HORA            | A     | B     | C     | D     |
| 3/5/05                 | 12h             | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 29,00 |
|                        | 18h             | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 28,00 |
| 4/5/05                 | 6h              | 28,50 | 27,50 | 28,00 | 28,50 |
|                        | 12h             | 31,50 | 31,00 | 32,10 | 27,00 |
|                        | 18h             | 30,00 | 29,00 | 30,00 | 31,00 |
| 6/5/05                 | 6h              | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 28,00 |
| 8/5/05                 | 12h             | 36,00 | 35,00 | 35,00 | 34,00 |
| 10/5/05                | 12h             | 31,00 | 29,00 | 29,00 | 28,00 |
|                        | 18h             | 32,00 | 31,00 | 32,00 | 32,00 |
| 11/5/05                | 12h             | 33,00 | 31,00 | 33,00 | 32,00 |
|                        | 18h             | 31,00 | 31,00 | 30,00 | 31,00 |
| 12/5/05                | 12h             | 32,00 | 32,00 | 31,00 | 33,00 |
|                        | 18h             | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 33,00 |
| 13/5/05                | 7h              | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 28,00 |
| 15/5/05                | 0h              | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 27,00 |
|                        | 6h              | 27,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| 16/5/05                | 0h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 6h              | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 26,00 |
|                        | 12h             | 33,00 | 31,00 | 34,00 | 29,00 |
| 17/5/05                | 0h              | 29,00 | 28,00 | 28,00 | 29,00 |
|                        | 6h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 12h             | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 30,00 |
| 18/5/05                | 0h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 6h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| 19/5/05                | 0h              | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 27,00 |
|                        | 6h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 12h             | 27,00 | 28,00 | 28,00 | 27,00 |
|                        | 18h             | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 29,00 |
| 22/5/05                | 6h              | 28,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
| 23/5/05                | 6h              | 31,00 | 30,00 | 31,00 | 31,00 |
| 24/5/05                | 6h              | 29,00 | 29,00 | 30,00 | 29,00 |
| 26/5/05                | 0h              | 30,00 | 31,00 | 31,00 | 31,00 |
|                        | 6h              | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 26,00 |
|                        | 12h             | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 26,00 |
| 27/5/05                | 0h              | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                        | 6h              | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 12h             | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                        | 23h             | 31,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| 28/5/05                | 6h              | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 29,00 |
| 30/5/05                | 0h              | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,00 |
|                        | 6h              | 28,00 | 28,50 | 28,00 | 28,00 |
|                        | 12h             | 34,00 | 33,50 | 33,00 | 33,00 |
| 6/6/05                 | 1h              | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
| 7/6/05                 | 17h             | 32,00 | 32,50 | 32,00 | 32,00 |
| 8/6/05                 | 5h              | 35,00 | 35,00 | 34,50 | 34,50 |
|                        | 9h              | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 33,50 |
|                        | 13h             | 30,00 | 31,00 | 31,20 | 31,00 |
|                        | 17h             | 28,50 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| 10/6/05                | 1h              | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 |
|                        | 5h              | 34,00 | 33,50 | 33,00 | 33,00 |
| 12/6/05                | 9h              | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 30,00 |
|                        | 13h             | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 |
|                        | 17h             | 30,00 | 30,50 | 30,00 | 30,00 |
| 15/6/05                | 9h              | 33,00 | 33,50 | 34,00 | 33,80 |
| 17/6/05                | 17h             | 28,00 | 28,30 | 28,00 | 28,00 |
| 20/6/05                | 12h             | 34,00 | 33,50 | 33,00 | 34,00 |
| 22/6/05                | 5h              | 30,00 | 31,00 | 31,00 | 30,00 |
| 25/6/05                | 17h             | 28,00 | 28,30 | 28,00 | 28,20 |
|                        | <b>PROMEDIO</b> | 29,87 | 29,75 | 29,89 | 29,66 |
|                        | <b>DESVEST</b>  | 2,46  | 2,29  | 2,32  | 2,35  |
|                        | <b>N</b>        | 58    | 58    | 58    | 58    |
|                        | <b>EE</b>       | 0,32  | 0,30  | 0,30  | 0,31  |
|                        | <b>CV</b>       | 8,25  | 7,71  | 7,77  | 7,91  |

b)



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| Nido 2 01/05/2005 |               |       |       |       |       |
|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| FECHA             | HORA          | I1    | I2    | I3    | I4    |
| 3/5/05            | 18h           | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 28,00 |
| 4/5/05            | 6h            | 28,00 | 28,00 | 27,20 | 28,00 |
|                   | 12h           | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 18h           | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 29,00 |
| 8/5/05            | 12h           | 30,00 | 29,00 | 29,00 | 30,00 |
| 10/5/05           | 11h           | 29,00 | 28,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 13h           | 29,00 | 28,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 18h           | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
| 11/5/05           | 12h           | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
| 12/5/05           | 8h            | 26,00 | 26,00 | 26,20 | 26,00 |
| 16/5/05           | 18h           | 27,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| 17/5/05           | 0h            | 26,00 | 26,00 | 27,00 | 26,00 |
|                   | 6h            | 27,00 | 28,00 | 26,00 | 27,00 |
|                   | 12h           | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| 18/5/05           | 0h            | 27,00 | 26,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   | 6h            | 28,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| 19/5/05           | 0h            | 26,00 | 27,00 | 26,00 | 29,00 |
|                   | 12h           | 26,00 | 25,00 | 26,00 | 26,00 |
|                   | 18h           | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 26,00 |
| 22/5/05           | 6h            | 26,00 | 26,00 | 26,00 | 26,00 |
| 23/5/05           | 7h            | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 28,00 |
| 24/5/05           | 6h            | 27,00 | 26,00 | 26,00 | 27,00 |
| 26/5/05           | 0h            | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
|                   | 6h            | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   | 18h           | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| 27/5/05           | 0h            | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   | 6h            | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| 28/5/05           | 0h            | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 6h            | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 28,00 |
| 30/5/05           | 0h            | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 6h            | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 28,00 |
|                   | 12h           | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   |               | 29,00 | 28,00 | 29,00 | 29,00 |
| 5/6/05            | 5H            | 27,00 | 28,00 | 28,00 | 27,00 |
| 7/6/05            | 0h            | 26,00 | 27,00 | 26,00 | 26,00 |
|                   | 6h            | 28,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 12h           | 28,00 | 28,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 18h           | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| 9/6/05            | 0h            | 28,00 | 28,50 | 28,00 | 29,00 |
|                   | 6h            | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,50 |
|                   | 12h           | 28,60 | 29,00 | 29,00 | 28,50 |
|                   | 18h           | 27,00 | 27,00 | 26,50 | 27,00 |
| 12/6/05           | 6h            | 29,00 | 28,00 | 28,00 | 29,00 |
|                   | 12h           | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
|                   | 18h           | 28,00 | 28,50 | 28,50 | 29,00 |
| 14/6/05           | 6h            | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   | 12h           | 27,00 | 27,30 | 28,00 | 27,50 |
|                   | 18h           | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| 16/6/05           | 6h            | 27,00 | 27,40 | 27,30 | 27,50 |
|                   | 12h           | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 28,50 |
| 20/6/05           |               | 27,00 | 26,00 | 27,00 | 27,00 |
|                   |               | 27,00 | 27,50 | 27,00 | 27,00 |
|                   | 18h           | 26,00 | 26,50 | 27,00 | 27,00 |
| 7/7/05            | 10h           | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 29,00 |
|                   | 19h           | 28,00 | 27,50 | 27,00 | 28,00 |
| 10/7/05           | 21h           | 29,00 | 28,30 | 29,00 | 28,50 |
|                   | <b>PROMEI</b> | 27,69 | 27,65 | 27,67 | 27,84 |
|                   | <b>DESVES</b> | 1,09  | 1,05  | 1,05  | 1,06  |
|                   | <b>N</b>      | 56    | 56    | 56    | 56    |
|                   | <b>EE</b>     | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,14  |

c)

d)





Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

| Nidada 3 (11/05/2005) |               |         |        |
|-----------------------|---------------|---------|--------|
| FECHA                 | HORA          | E       | F      |
| 3/5/05                | 18h           | 32      | 32     |
| 4/5/05                | 6h            | 32      | 31     |
|                       | 12h           | 29      | 30     |
|                       | 18h           | 26      | 26     |
| 8/5/05                | 12h           | 29      | 28     |
| 10/5/05               | 11h           | 29      | 28     |
|                       | 13h           | 26,1    | 26,2   |
|                       | 18h           | 31      | 33     |
| 11/5/05               | 12h           | 29      | 29     |
| 12/5/05               | 8h            | 29      | 29     |
| 16/5/05               | 18h           | 30      | 29     |
| 17/5/05               | 0h            | 28      | 28     |
|                       | 6h            | 28      | 28     |
|                       | 12h           | 28      | 28     |
| 18/5/05               | 0h            | 27      | 27     |
|                       | 6h            | 27      | 27     |
| 19/5/05               | 0h            | 29      | 28     |
|                       | 12h           | 29      | 28     |
|                       | 18h           | 31      | 30     |
| 22/5/05               | 6h            | 29      | 29     |
| 23/5/05               | 7h            | 31      | 30     |
| 24/5/05               | 6h            | 26      | 26     |
| 26/5/05               | 0h            | 26      | 26     |
|                       | 6h            | 27      | 27     |
|                       | 18h           | 28      | 29     |
| 27/5/05               | 0h            | 27      | 27     |
|                       | 6h            | 31      | 30     |
| 28/5/05               | 0h            | 30      | 30     |
|                       | 6h            | 33      | 34     |
| 30/5/05               |               | 28      | 28     |
| 6/6/05                | 1h            | 34      | 33,5   |
| 7/6/05                | 17h           | 30      | 30     |
| 8/6/05                | 5h            | 29      | 29     |
|                       | 9h            | 35      | 34,6   |
|                       | 13h           | 33      | 33,5   |
|                       | 17h           | 30      | 31     |
| 10/6/05               | 1h            | 28,5    | 28,3   |
|                       | 5h            | 32      | 32     |
|                       | 9h            | 33,5    | 33,5   |
|                       | 13h           | 29      | 29     |
|                       | 17h           | 32      | 32,3   |
| 12/6/05               | 9h            | 30      | 30     |
|                       | 17h           | 33      | 34     |
| 15/6/05               | 12h           | 28,5    | 28,3   |
| 17/6/05               | 5h            | 33,4    | 33,5   |
| 20/6/05               | 17h           | 28      | 27,8   |
| 22/6/05               | 1h            | 31      | 31     |
| 25/6/05               | 6h            | 31      | 32     |
| 6/7/05                | 17h           | 34      | 34     |
| 7/7/05                | 12h           | 29      | 28,5   |
|                       | 22h           | 29,78   | 29,74  |
|                       | <b>PROMEI</b> | 2,33037 | 2,4511 |
|                       | <b>DESVES</b> | 50      | 50     |
|                       | <b>N</b>      | 0,32956 | 0,3466 |
|                       | <b>EE</b>     | 7,82528 | 8,2417 |
|                       | <b>CV</b>     | 2145,58 | 2039,9 |

| Nidada 4 (12/07/2005) |               |        |
|-----------------------|---------------|--------|
| FECHA                 | HORA          | °C     |
| 12/7/05               | 13h           | 31     |
|                       | 18h           | 30     |
| 13/7/05               | 6h            | 29     |
|                       | 18h           | 30,5   |
| 14/7/05               | 6h            | 28     |
|                       | 12h           | 35     |
|                       | 18h           | 31     |
| 16/7/05               | 6h            | 31,3   |
| 18/7/05               | 6h            | 29     |
|                       | 12h           | 36     |
|                       | 18h           | 33,2   |
| 20/7/05               | 6h            | 32,7   |
|                       | 18h           | 31     |
| 21/7/05               | 6h            | 29     |
|                       | 13h           | 35,4   |
|                       | 18h           | 32     |
| 22/7/05               | 6h            | 31     |
| 23/7/05               | 18h           | 34     |
| 26/7/05               | 6h            | 29,5   |
|                       | 9h            | 31     |
|                       | 13h           | 38     |
|                       | 17h           | 33,5   |
|                       | 21h           | 31,6   |
| 27/7/05               | 17h           | 35     |
|                       | 21h           | 34     |
| 28/7/05               | 1h            | 29     |
|                       | 6h            | 28     |
|                       | 9h            | 31,5   |
|                       | 13h           | 39,5   |
|                       | 17h           | 35     |
|                       | 21h           | 31     |
| 29/7/05               | 1h            | 29     |
|                       | 6h            | 30,5   |
|                       | 9h            | 31,8   |
|                       | 13h           | 36,5   |
| 30/7/05               | 6h            | 30     |
| 4/8/05                | 6h            | 29,7   |
|                       | 12h           | 33     |
|                       | 18h           | 31     |
| 6/8/05                | 6h            | 29     |
|                       | 18h           | 32,5   |
| 7/8/05                | 6h            | 30     |
|                       | 12h           | 34     |
|                       | 18h           | 33,5   |
| 10/8/05               | 6h            | 28     |
|                       | 18h           | 33     |
| 12/8/05               | 6h            | 28     |
|                       | 12h           | 33     |
|                       | 18h           | 29,5   |
| 14/8/05               | 7h            | 32     |
| 15/8/05               | 18h           | 34     |
| 16/8/05               | 9h            | 30,5   |
|                       | 13h           | 35     |
|                       | 18h           | 29     |
| 17/8/05               | 18h           | 31,5   |
| 19/8/05               | 9h            | 33     |
|                       | 18h           | 32     |
| 21/8/05               | 6h            | 28,5   |
|                       | 12h           | 31     |
|                       | 18h           | 30     |
| 23/8/05               | 6h            | 30,3   |
| 25/8/05               | 12h           | 33     |
| 26/8/05               | 6h            | 29     |
|                       | 12h           | 34,5   |
|                       | 18h           | 33     |
| 27/8/05               | 6h            | 31     |
| 28/8/05               | 6h            | 31     |
|                       | 12h           | 34     |
|                       | 18h           | 33     |
| 8/9/05                | 12h           | 37     |
|                       | <b>PROMEI</b> | 31,857 |
|                       | <b>DESVES</b> | 2,5322 |
|                       | <b>N</b>      | 70     |
|                       | <b>EE</b>     | 0,3027 |
|                       | <b>CV</b>     | 7,9486 |

Cuadro 2. Test de Duncan para las temperaturas de incubación de las cuatro nidadas



## Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

### Multiple Range Tests

Method: 95,0 percent Duncan

|    | Count | Mean    | Homogeneous Groups |
|----|-------|---------|--------------------|
| N2 | 224   | 27,7134 | X                  |
| N3 | 100   | 29,76   | X                  |
| N1 | 232   | 29,7948 | X                  |
| N4 | 70    | 31,8571 | X                  |

| Contrast | Difference |
|----------|------------|
| N1 - N2  | *2,08143   |
| N1 - N3  | 0,0348276  |
| N1 - N4  | *-2,06232  |
| N2 - N3  | *-2,04661  |
| N2 - N4  | *-4,14375  |
| N3 - N4  | *-2,09714  |

\* denotes a statistically significant difference.



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

**Cuadro 3.** Datos parcialmente tomados (humedad del sedimento y pH) de los nidos durante el mes de mayo. a) pH; b) Humedad del sedimento (%H). Datos tomados de Escobar-Vázquez, 2007.

a)

|        | Ph  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 12h |     |     |     | 18h |     |     |     | 6h  |     |     |     | 0h  |     |     |     |
|        | A   | B   | C   | D   | A   | B   | C   | D   | A   | B   | C   | D   | A   | B   | C   | D   |
| NIDO 1 | 7   | 7   | 7   | 7   | 6,2 | 7   | 7   | 6,4 | 6,5 | 6,4 | 6,8 | 6,5 | 6,8 | 6,8 | 7   | 6,8 |
|        | 6,4 | 6,9 | 6,3 | 6,8 | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 6,8 | 6,4 | 7   | 6,4 |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 6,8 |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 6,8 | 6,8 | 7   | 6,8 | 7   | 7   | 7   | 6,9 |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 6,9 | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 6,8 | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 6,8 |     |     |     |     |
|        | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     | 7   | 7   | 7   | 7   |     |     |     |     |
| NIDO 2 | 1   | 2   | 3   | 4   | 1   | 2   | 3   | 4   | 1   | 2   | 3   | 4   | 1   | 2   | 3   | 4   |
|        | 5,8 | 5,2 | 5,4 | 5,2 | 6,4 | 5,8 | 6,2 | 6   | 6,2 | 5,6 | 5,8 | 6   | 6,8 | 6,2 | 6   | 5,4 |
|        | 6,4 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 6   | 5,8 | 4   | 6,2 | 6,2 | 6   | 6   | 5,8 | 5,8 | 6,4 | 6   | 5,2 |
|        | 6   | 6   | 5,3 | 5,8 | 5,8 | 6   | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 6   | 5,8 | 5,4 | 5,6 | 6,4 | 6   | 5,8 |
|        | 5,8 | 6   | 5,6 | 5,8 | 5,8 | 6,2 | 5,8 | 5,4 | 5,8 | 6   | 5,6 | 5,6 | 5,8 | 6,2 | 6   | 5,8 |
|        | 5,8 | 6   | 5,8 | 5,8 | 6   | 6,2 | 6   | 5,8 | 6,2 | 6,4 | 6   | 6   | 5,4 | 6   | 5,2 | 5,2 |
|        | 5,9 | 6,2 | 5,4 | 5,4 |     |     |     |     | 5,8 | 6,2 | 5,8 | 5,6 | 5,8 | 6   | 5,6 | 5,8 |
|        | 5,6 | 6   | 5,8 | 5,9 |     |     |     |     | 6   | 6,2 | 6   | 5,8 | 7   | 7   | 7   | 6,9 |
|        | 6,8 | 7   | 6,8 | 6   |     |     |     |     | 5,6 | 6   | 6   | 5,6 |     |     |     |     |
|        |     |     |     |     |     |     |     |     | 5,4 | 6   | 5,8 | 5,4 |     |     |     |     |
|        |     |     |     |     |     |     |     | 5,8 | 6   | 5,8 | 5,6 |     |     |     |     |     |
| NIDO 3 | E   | F   |     |     | E   | F   |     |     | E   | F   |     |     | E   | F   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 6,8 |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |
|        | 7   | 7   |     |     |     |     |     |     | 7   | 7   |     |     | 7   | 7   |     |     |



Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005

b)

|        | HUMEDAD DEL SEDIMENTO (%H) |     |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     |     |    |     |     |
|--------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
|        | 12h                        |     |     |     | 18h |    |    |     | 6h |     |     |     | 0h  |    |     |     |
|        | A                          | B   | C   | D   | A   | B  | C  | D   | A  | B   | C   | D   | A   | B  | C   | D   |
| NIDO 1 | 25                         | 25  | 25  | 25  | 50  | 50 | 20 | 40  | 20 | 50  | 40  | 20  | 10  | 20 | 10  | 25  |
|        | 55                         | 39  | 65  | 50  | 25  | 25 | 10 | 25  | 25 | 10  | 5   | 2,5 | 20  | 20 | 15  | 25  |
|        | 25                         | 25  | 25  | 25  | 10  | 10 | 10 | 10  | 15 | 10  | 10  | 10  | 25  | 25 | 10  | 50  |
|        | 25                         | 25  | 5   | 2,5 | 25  | 10 | 10 | 25  | 25 | 25  | 10  | 25  | 15  | 15 | 10  | 30  |
|        | 15                         | 25  | 10  | 10  | 5   | 10 | 10 | 10  | 10 | 10  | 5   | 10  | 25  | 25 | 10  | 25  |
|        | 10                         | 25  | 5   | 25  | 10  | 10 | 10 | 25  | 15 | 15  | 10  | 25  | 10  | 35 | 15  | 25  |
|        | 10                         | 25  | 5   | 25  |     |    |    |     | 20 | 10  | 15  | 20  | 20  | 15 | 5   | 10  |
|        | 15                         | 15  | 10  | 25  |     |    |    |     | 20 | 25  | 10  | 10  | 15  | 20 | 0   | 10  |
|        | 15                         | 20  | 15  | 25  |     |    |    |     | 10 | 15  | 10  | 10  | 5   | 15 | 5   | 20  |
|        | 10                         | 25  | 10  | 25  |     |    |    |     | 10 | 10  | 0   | 5   |     |    |     |     |
|        | 10                         | 20  | 15  | 25  |     |    |    |     | 0  | 5   | 0   | 5   |     |    |     |     |
|        | 5                          | 10  | 5   | 5   |     |    |    |     | 15 | 25  | 10  | 25  |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     |    | 15  | 20  | 10  | 15  |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 20 | 20  | 20  | 20  |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 5  | 15  | 5   | 20  |     |    |     |     |
| NIDO 2 | 1                          | 2   | 3   | 4   | 1   | 2  | 3  | 4   | 1  | 2   | 3   | 4   | 1   | 2  | 3   | 4   |
|        | 90                         | 100 | 100 | 83  | 70  | 85 | 80 | 70  | 50 | 70  | 60  | 60  | 80  | 70 | 80  | 100 |
|        | 60                         | 85  | 90  | 80  | 80  | 90 | 80 | 60  | 60 | 70  | 75  | 70  | 90  | 90 | 90  | 100 |
|        | 75                         | 80  | 90  | 80  | 95  | 95 | 97 | 90  | 90 | 80  | 90  | 100 | 90  | 70 | 90  | 100 |
|        | 90                         | 100 | 100 | 80  | 90  | 80 | 80 | 95  | 90 | 90  | 100 | 100 | 100 | 90 | 90  | 100 |
|        | 90                         | 70  | 100 | 90  | 90  | 95 | 90 | 100 | 70 | 80  | 80  | 90  | 100 | 90 | 100 | 100 |
|        | 80                         | 60  | 95  | 95  |     |    |    |     | 90 | 90  | 100 | 100 | 90  | 60 | 90  | 90  |
|        | 90                         | 90  | 95  | 95  |     |    |    |     | 90 | 90  | 85  | 100 | 50  | 60 | 60  | 70  |
|        | 70                         | 40  | 70  | 80  |     |    |    |     | 90 | 90  | 90  | 100 |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     |    | 100 | 90  | 100 | 95  |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 70 | 70  | 80  | 100 |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 70 | 60  | 80  | 90  |     |    |     |     |
| NIDO 3 | E                          | F   |     |     | E   | F  |    |     | E  | F   |     |     | E   | F  |     |     |
|        | 10                         | 10  |     |     | 10  | 10 |    |     | 10 | 10  |     |     | 10  | 10 |     |     |
|        | 10                         | 10  |     |     | 10  | 10 |    |     | 25 | 5   |     |     | 25  | 10 |     |     |
|        | 15                         | 10  |     |     |     |    |    |     | 5  | 10  |     |     | 10  | 10 |     |     |
|        | 15                         | 10  |     |     |     |    |    |     | 15 | 5   |     |     | 10  | 10 |     |     |
|        | 25                         | 10  |     |     |     |    |    |     | 0  | 15  |     |     | 10  | 10 |     |     |
|        | 10                         | 10  |     |     |     |    |    |     | 15 | 20  |     |     | 10  | 10 |     |     |
|        | 5                          | 5   |     |     |     |    |    |     | 15 | 0   |     |     | 10  | 0  |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 5  | 0   |     |     | 20  | 5  |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    |     | 0  | 0   |     |     | 5   | 0  |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    | 20  | 10 |     |     |     |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    | 20  | 20 |     |     |     |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    | 20  | 20 |     |     |     |     |    |     |     |
|        |                            |     |     |     |     |    |    | 5   | 0  |     |     |     |     |    |     |     |



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**REGISTROS INCONCLUSOS**



### *Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*

**Humedad del sedimento y pH:** de acuerdo al comportamiento de la humedad del sedimento (%H) y pH durante el mes de mayo para las tres primeras nidadas (Cuadro 3 a y b, Anexo G), se aprecia que el pH para N1 no presentó mayores variaciones encontrándose siempre dentro de los rangos correspondientes a un pH neutro y no presentando mayores diferencias entre cada uno de los nidos de la misma (A, B, C, D), con respecto a la humedad del suelo para la misma nidada se aprecia que esta fue muy variada durante el mes y así mismo entre los diferentes nidos encontrándose con valores entre 65% (para el nido C) y 0 %, se evidencia que en promedio los nidos más húmedos durante mayo fueron B y D ( $20.475 \pm 1.611$  y  $21.125 \pm 1.664$  respectivamente) con CV alrededor del 49% para ambos casos, los otros nidos presentaron menores valores de humedad pero así mismo evidenciaron valores de CV muy altos (61,474 para el nido A y 92,407 para B). Por su parte N2 presentó niveles de pH más bajos que N1 (tendiendo hacia la acidez) encontrándose entre  $5,729 \pm 0,061$  y  $6,122 \pm 0,067$  presentando el menor valor I4 y el mayor I2, con respecto a la humedad del sedimento de esta nidada se observa claramente en los que esta presenta valores de humedad mucho más altos que N1, encontrándose en el rango de  $80,000 \pm 2,561$  y  $89,129 \pm 2,254$  (I2 e I4 respectivamente) evidenciando la relación que existe entre la alta humedad dentro del medio de incubación con el aumento del período de esta. Finalmente, N3 reportó valores muy similares a los reportados por N1, pues su pH fue neutro (7) y la humedad del suelo estuvo entre  $8,548 \pm 1,015$  para el nido F y  $12,096 \pm 1,221$  para el E. Infortunadamente no se pudo llevar a cabo un adecuado seguimiento de esta variable puesto que el instrumento utilizado durante la primera etapa de desarrollo (mayo) de N1, N2 y N3 se extravió iniciando el mes de junio, los valores reportados de esta variable durante el mes de mayo se pueden observar en el (Cuadro 3, Anexo G) y fueron tomados de Escobar, 2007; por la misma razón, la humedad no pudo ser registrada en ningún momento para N4, pero durante la exhumación se evidenció que 41 de los huevos presentaban hongos y gusanos lo cual puede ser debido a un exceso de humedad dentro de la cámara de incubación, lo cual sería muy obvio teniendo en cuenta las fuertes y numerosas lluvias presentadas durante algunos días finalizando julio y durante todo el mes de agosto.



*Caracterización de la playa de anidamiento de Tortugas marinas Arrecifes PNNT-2005*