



## REPORTE

### PROGRAMA DE TORTUGA VERDE 2003

## TORTUGUERO, COSTA RICA

Presentado a  
Caribbean Conservation Corporation y  
el Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica  
el 23 de junio, 2004

por

**Dra. Emma Harrison, Coordinadora de Campo**  
**Sebastian Troëng, Director Científico**

y

**Alvaro Bañados, Asistente de Investigación**  
**Mauricio Beker, Asistente de Investigación**  
**David Costalgo, Asistente de Investigación**  
**Rogelio Díaz, Asistente de Investigación**  
**Ana Díaz-Merry, Asistente de Investigación**  
**Thomas Egli, Asistente de Investigación**  
**Veronica de los Llanos, Asistente de Investigación**  
**Jonathan McGonzález, Asistente de Investigación**  
**John-Paul Mial, Asistente de Investigación**  
**Leyla Miranda, Asistente de Investigación**  
**Jimmy Ordoñez, Asistente de Investigación**  
**Mariana Rios, Asistente de Investigación**  
**Catalina Rojas, Asistente de Investigación**  
**Moisès Villanueva, Asistente de Investigación**  
**Gretchen Ziemer, Asistente de Investigación**  
**Enrique Vargas, Contador de Rastros**  
**Roxana Silman, Traductora**

## CARIBBEAN CONSERVATION CORPORATION

**Dirección:** Apartado Postal 246-2050  
San Pedro  
COSTA RICA

**Tel:** INT+ 506 297 5510

**Fax:** INT+ 506 297 5510

**Email:** [sebastian@cccturtle.org](mailto:sebastian@cccturtle.org)

**Página Web:** <http://www.cccturtle.org>

4424 NW 13th St. Suite A-1  
Gainesville, FL 32609  
USA

INT+ 1 352 373 6441

INT+ 1 352 375 2449

[ccc@cccturtle.org](mailto:ccc@cccturtle.org)

<http://www.cccturtle.org>

Con Apoyo Financiero de



The  
Homeland  
Foundation

Lemmon  
Foundation

Dreamcatcher  
Fund

Bay  
Foundation

Sue Berman &  
Michael Zamkow  
Foundation

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	<b>2</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>4</b>
<b>RECONOCIMIENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>6</b>
ACTIVIDADES DE MONITOREO E INVESTIGACIÓN REALIZADAS .....	6
CONCLUSIONES .....	8
RECOMENDACIONES .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>2. MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
2.1 PREPARACIONES .....	10
2.2 CENSO DE RASTROS.....	10
2.3 MARCAJE DE TORTUGAS MARINAS .....	11
2.3.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	11
2.3.2 <i>Tortugas carey</i> .....	12
2.3.3 <i>Tortugas baulas</i> .....	12
2.4 DATOS BIOMÉTRICOS .....	12
2.4.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	12
2.4.2 <i>Tortugas carey</i> .....	12
2.4.3 <i>Tortugas baulas</i> .....	12
2.5 PRESENCIA DE FIBROPAPILOMA .....	13
2.5.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	13
2.6 DETERMINACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE NIDOS Y EXITO DE ECLOSIÓN .....	13
2.7 DATOS FÍSICOS.....	14
2.7.1 <i>Lluvia</i> .....	14
2.7.2 <i>Temperatura del aire</i> .....	14
2.7.3 <i>Temperatura de arena</i> .....	14
2.7.4 <i>Nivel de agua en el suelo</i> .....	14
2.8 DATOS DE IMPACTO HUMANO .....	15
2.8.1 <i>Visitantes a Tortuguero</i> .....	15
2.8.2 <i>Capacidad de hoteles y cabinas</i> .....	15
2.8.3 <i>Caminatas de tortuga</i> .....	15
2.8.4 <i>Luces artificiales</i> .....	15
2.8.5 <i>Orientación de neonatos</i> .....	15
2.9 ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL .....	15
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
3.1 CENSO DE RASTROS.....	16
3.1.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	16
3.1.2 <i>Tortugas carey</i> .....	16
3.1.3 <i>Tortugas baulas</i> .....	16
3.2 MARCAJE DE TORTUGAS MARINAS .....	17
3.2.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	17
3.2.2 <i>Tortugas carey</i> .....	17
3.2.3 <i>Tortugas baulas</i> .....	18
3.2.4 <i>Determinación de pérdida de marcas de tortugas verdes durante la temporada</i> .....	18
3.3 DATOS BIOMÉTRICOS .....	19
3.3.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	19
3.3.2 <i>Tortugas carey</i> .....	20
3.3.3 <i>Tortugas baulas</i> .....	21
3.4 PRESENCIA DE FBROPAPILOMAS .....	21
3.4.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	21
3.5 DETERMINACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE NIDOS Y EXITO DE ECLOSIÓN .....	21
3.5.1 <i>Tortugas verdes</i> .....	21

3.5.2 Tortugas carey.....	24
3.5.3 Tortugas baulas.....	25
3.6 DATOS FÍSICOS.....	25
3.6.1 Lluvia.....	25
Tabla 11. Lluvia, enero - diciembre 2003.....	25
3.6.2 Temperatura del aire.....	26
3.6.3 Temperatura de arena.....	26
3.6.4 Nivel de agua en el suelo.....	27
3.7 DATOS DE IMPACTO HUMANO.....	27
3.7.1 Visitantes a Tortuguero.....	27
3.7.2 Capacidad de hoteles y cabinas.....	28
3.7.3 Caminatas de tortuga.....	29
3.7.4 Luces artificiales.....	30
3.7.5 Orientación de neonatos.....	30
3.8 ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	31
<b>4. DISCUSION.....</b>	<b>31</b>
4.1 CENSO DE RASTROS.....	31
4.1.1 Tortugas verdes.....	31
4.1.2 Tortugas carey.....	32
4.1.3 Tortugas baulas.....	32
4.2 MARCAJE DE TORTUGAS MARINAS.....	32
4.2.1 Tortugas verdes.....	32
4.2.2 Tortugas carey.....	33
4.2.3 Tortugas baulas.....	33
4.3 DATOS BIOMÉTRICOS.....	33
4.3.1 Tortugas verdes.....	33
4.3.2 Tortugas carey.....	33
4.3.3 Tortugas baulas.....	34
4.4 PRESENCIA DE FIBROPAPILOMA.....	34
4.4.1 Tortugas verdes.....	34
4.5 DETERMINACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE NIDOS Y EXITO DE ECLOSIÓN.....	34
4.5.1 Tortugas verdes.....	34
4.5.2 Tortugas carey.....	35
4.5.3 Tortugas baulas.....	35
4.6 DATOS FÍSICOS.....	35
4.6.1 Lluvia.....	35
4.6.2 Temperatura del aire.....	35
4.6.3 Temperatura de arena.....	35
4.6.4 Nivel de agua en el suelo.....	36
4.7 DATOS DE IMPACTO HUMANO.....	36
4.7.1 Visitantes a Tortuguero.....	36
4.7.2 Capacidad de hoteles y cabinas.....	36
4.7.3 Caminatas de tortuga.....	36
4.7.4 Luces artificiales.....	37
4.7.5 Orientación de neonatos.....	37
4.8 ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	37
<b>5. REFERENCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>APENDICE 1. ENCUENTROS CON TORTUGAS MARINAS DURANTE PATRULLAJES</b>	
<b>NOCTURNOS REGULARES.....</b>	<b>49</b>
<b>APENDICE 2. ENCUENTROS CON TORTUGAS MARINAS DURANTE PATRULLAJES</b>	
<b>ADICIONALES.....</b>	<b>52</b>
<b>APENDICE 3. NOTAS E INFORMACIÓN ANECDÓTICA SOBRE CAZA ILEGAL DE</b>	
<b>TORTUGAS.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Probabilidad de pérdida de marcas durante la temporada desde el primero al último encuentro:
- a) Por marcador
  - b) Por mes
- Tabla 2. Promedio de la longitud de caparazón y el tamaño de la nidada de tortugas verdes
- Tabla 3. Precisión de las medidas de caparazón para las tortugas verdes:
- a) Durante el mismo encuentro
  - b) Entre encuentros
- Tabla 4. Promedio de la longitud de caparazón y el tamaño de la nidada de tortugas carey
- Tabla 5. Precisión de medidas de caparazón para tortugas carey
- Tabla 6. Promedio de la longitud de caparazón de tortugas baulas
- Tabla 7. Destino de nidos marcados de tortugas verdes
- Tabla 8. Resultados de excavaciones de nidos de tortugas verdes
- a) Datos crudos de excavaciones
  - b) Éxito de eclosión y emergencia de nidos de tortugas verdes
- Tabla 9. Incidencia de albinismo, gemelos y embriones deformes en nidos de tortugas verdes
- Tabla 10. Resultados de excavaciones de nidos de tortugas carey
- Tabla 11. Lluvia, enero - diciembre 2003
- Tabla 12. Temperatura del aire, enero - diciembre 2003
- Tabla 13. Promedios mensuales de temperatura de arena
- Tabla 14. Número de visitantes al Centro de Historia Natural y Visitantes de la CCC
- Tabla 15. Número de visitantes que pagaron entrada al Parque Nacional Tortuguero
- Tabla 16. Capacidad de habitaciones y camas de los hoteles y cabinas en el área de Tortuguero
- Tabla 17. Número de turistas que pagaron por una caminata de observación de tortuga
- Tabla 18. Resultados de censo de luces, realizados entre la desembocadura del Río Tortuguero y la Milla 5
- Tabla 19. Resultados de estudios de orientación de neonatos de tortugas verdes

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de actividad de anidación de tortuga verde durante la temporada determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 2. Distribución espacial de actividad de anidación de tortuga verde determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 3. Caza ilegal de tortugas verdes, determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 4. Tortugas verdes depredadas por jaguares desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 5. Distribución de actividad de anidación de tortugas carey durante la temporada, determinado por censos de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 6. Distribución de actividad de anidación de tortuga baula durante la temporada, determinado por censos de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a laguna de Jalova (milla 18)
- Figura 7. Distribución espacial de nidos marcados y posteriormente saqueados
- Figura 8. Temperaturas de arena
- a) Temperatura a 70 cm de profundidad, zona abierta.
  - b) Temperatura a 70 cm de profundidad, zona de borde.
  - c) Temperatura a 70 cm de profundidad, zona de vegetación.
- Figura 9. Recapturas de tortugas verdes marcadas en Tortuguero por país.
- Figura 10. Tendencia de anidación de tortugas verdes en Tortuguero.

## RECONOCIMIENTOS

El Programa de Tortuga Verde 2003, se llevó a cabo bajo el permiso del Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica, detallado en la resolución N° 082-2003.

Sin la dedicación del equipo de investigación en Tortuguero este reporte no hubiera sido posible; todos los datos aquí presentados fueron recolectados por la Coordinadora de Campo, Emma Harrison y sus asistentes de investigación: Alvaro Bañados (Perú), Mauricio Beker (Panamá), David Costalgo (España), Rogelio Díaz (Cuba), Ana Díaz-Merry (España), Thomas Egli (Canada), Verónica de los Llanos (Venezuela), Jonathan McGonzález (Costa Rica), John-Paul Mial (USA), Leyla Miranda (Chile), Jimmy Ordoñez (Costa Rica), Mariana Rios (Uruguay), Catalina Rojas (Colombia), Moisés Villanueva (España) y Gretchen Ziemer (USA). Todos los censos de rastros fueron realizados por Enrique Vargas, cuyo esfuerzo nos gustaría reconocer. Durante la temporada, muchos participantes también ayudaron en la recolección de datos; agradecemos su asistencia, tanto en términos de esfuerzo físico como por el apoyo financiero al programa.

El programa no hubiera sido realizado efectivamente, sin el apoyo de todo el personal de la Estación Biológica John H. Phipps. Sergio Campos (gerente de estación) y Teresa Alfaro (administradora del centro de visitantes) quienes proporcionaron apoyo logístico; Jorge Bustos (capitán) transportó de manera segura a todo el equipo en los canales de Tortuguero; Yolanda Rivas, Adelina Forbes y Lucía Cárdenas quienes aseguraron la alimentación para el equipo de investigación y mantuvieron limpia la estación; y al personal de Halcón Dorado quienes realizaron la vigilancia de la estación en la noche.

Al Sr. Eduardo Chamorro y a los guardaparque del Área de Conservación Tortuguero, se les agradece por sus esfuerzos continuos para resolver los problemas que enfrentan las tortugas de Tortuguero. Además, se agradece su asistencia en controlar la presencia de turistas en la playa. La CCC desea reconocer el continuo apoyo de los guías turísticos y habitantes de Tortuguero durante todo el Programa de Tortuga Verde 2003. Con su apoyo se estableció una relación de trabajo más fuerte en la playa.

Nuestra enorme gratitud se extiende a Roxana Silman, Directora Nacional, y su asistente Ileana Vargas en San José, quienes siempre proporcionaron apoyo logístico durante la temporada. El apoyo del personal de la CCC en Gainesville, Florida también se reconoce, especialmente por proveer los fondos necesarios para conducir el programa de tortuga verde 2003.

Gracias a René Marquez (México), Carlos Fernández y Belinda Dick (Reserva Pacuare, Costa Rica) por la información sobre las tortugas verdes marcadas en otros proyectos de investigación.

Agradecemos a Firedoll, the Homeland Foundation, Lemmon Foundation, Dreamcatcher Fund, Bay Foundation, Sue Berman & Michael Zamkow Foundation, por su apoyo financiero.

## RESUMEN EJECUTIVO

### Actividades de Monitoreo e Investigación Realizadas

1. Durante el 2003, un total de 53 censos de rastros fueron realizados a lo largo de las 18 millas de playa entre la boca del Río Tortuguero y la laguna de Jalova.
2. Anidación fue observada entre el 13 de abril y el 3 de diciembre, 2003, con un pico de anidación registrado el 24 de agosto, cuando 1.575 nidos de tortugas verdes fueron contados. Un total del 13,7% de todos los nidos de tortugas verdes registrados durante los censos de rastros, fueron depositados entre la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) y milla 5, donde se realizaron la mayoría de los patrullajes nocturnos.
3. Un total de 14 tortugas verdes y 147 nidos fueron saqueados, entre abril y noviembre. Los niveles de saqueo fueron bajos, 1-2 tortugas verdes/noche, aunque 6 tortugas fueron saqueadas el 18 de setiembre.
4. La depredación por jaguar continuó, con un mínimo de 28 tortugas muertas durante el Programa de Tortuga Verde 2003.
5. La densidad de anidación de tortuga carey fue muy baja durante la temporada, con 0-2 nidos/noche registrados entre mayo y noviembre.
6. Un total de 1.264 tortugas verdes fueron marcadas por primera vez, 433 con marcas de años anteriores y 582 re-anidadoras fueron registradas durante 2.034 horas equipo de patrullaje nocturno, entre el 16 de junio y el 30 de octubre.
7. Tres tortugas verdes de otros proyectos fueron encontradas anidando en el 2003; una fue marcada en el agua en México y dos fueron marcadas en la playa de la Reserva Pacuare en Costa Rica.
8. La probabilidad promedio de pérdida de marcas desde el primer encuentro fue baja 0,025, aunque hubo una considerable variación entre marcadores y meses.
9. Las tortugas verdes marcadas por primera vez, tenían evidencia de huecos o nudos viejos en al menos una aleta en el 14% de los casos.
10. La eficiencia de marcaje durante patrullajes nocturnos varió de 0%-100%, con un promedio del 9%, durante noches anteriores a censos de rastros (n = 20).
11. La mayoría de los nidos de tortugas verdes fueron depositados en la zona abierta en el 47,6% de los casos (n = 1.006), con 43,9% (n = 928) localizados en la zona de borde y sólo el 8,4% (n = 178) en la zona de vegetación.
12. Ocho tortugas carey fueron marcadas por primera vez, cuatro carey con marcas de años anteriores, y cuatro re-anidadoras fueron encontradas durante el Programa de Tortuga Verde 2003.
13. Se recolectaron muestras de tejido de 15 tortugas carey, las cuales se exportaron (con permiso CITES) al Dr. Peter Dutton del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas.
14. La mayoría de nidos de tortuga carey fue depositada en la zona de borde, 71,4% (n=10).
15. Se encontró cinco tortugas baulas durante el Programa de Tortuga Verde 2003; una marcada por primera vez, dos con marcas de años anteriores y dos re-anidadoras.
16. El promedio de la longitud de caparazón para las tortugas verdes hembras marcadas por primera vez sin evidencia de marcas viejas fue de 104,2cm (CCLmin) y 98,4cm (SCLmax); para las hembras marcadas por primera vez con huecos o nudos viejos fue de 105,3 cm (CCLmin) y 99,5cm (SCLmax), y para las hembras previamente marcadas fue de 105,8cm (CCLmin) y 99,6cm (SCLmax). El promedio del tamaño de la nidada para

- los mismos grupos de hembras fue de 107 huevos, 116 huevos y 110 huevos, respectivamente.
17. La precisión de las medidas para las tortugas verdes fue mayor para el CCLmin que para el SCLmax en un solo encuentro. Para 2-5 encuentros, las medidas del SCLmax fueron más precisas.
  18. El promedio de la longitud de caparazón para tortugas carey marcadas por primera vez fue de 89,4 cm (CCLmin) y 85,2 cm (SCLmax) y para tortugas previamente marcadas fue de 88,8 cm (CCLmin) y 83,9 cm (SCLmax). El promedio del tamaño de la nidada para tortugas marcadas por primera vez, fue de 179 huevos.
  19. El promedio de la longitud de caparazón de tortugas baulas marcadas por primera vez y previamente marcadas, fue de 153,3 cm (CCLmin).
  20. Un total de dos tortugas verdes representando el 0,8% de 238 individuos cuidadosamente examinadas, fueron registradas con tumores de fibropapiloma. En ambas tortugas, los tumores se encontraron en el área del hombro de las aletas delanteras.
  21. Un total de 195 nidos de tortugas verdes fueron marcados y se determinó el destino de 164. El promedio de éxito de eclosión fue de 68,8% (12.960 cáscaras vacías de 18.832 huevos) y el promedio de éxito de emergencia fue de 68,0% (12.815 neonatos emergieron de 18.832 huevos). El promedio del tamaño de nidadas no perturbadas fue de 112,2 huevos.
  22. La mayor causa de pérdida de nidadas, fue la depredación (10,5%), con otras hembras anidadoras que destruyeron 16 (9,8%) de las nidadas. El saqueo resultó en la pérdida de 9 nidos (5,5%).
  23. La comparación entre los conteos de huevos durante la excavación y al momento de oviposición, mostró un promedio de diferencia de 1,7 más huevos contados al momento de ser depositados.
  24. El promedio de profundidad para nidos de tortuga verde no perturbados (n=96) a la hora de excavación fue de 56 cm de la superficie de la arena al huevo más arriba y 72 cm de la superficie de la arena al huevo más profundo en la cámara.
  25. El promedio de período de incubación para nidos de tortuga verde no perturbados, fue de (n=36) 56 días.
  26. Se observaron un total de doce albinos, gemelos y embriones deformes, en huevos no eclosionados en nidos no perturbados, los nidos excavados por guías y nidos no eclosionados, totalizaron el 0,1% de todos los huevos.
  27. Un total de 27 nidos de tortuga verde no perturbados, fueron incluidos en el estudio de orientación de neonatos. El rango angular promedio de rastros de neonatos fue de 37° y el rango angular promedio incluyendo todos los rastros fue de 50°.
  28. Se monitorearon once nidos de tortuga carey, para los cuales se determinó su destino. El promedio de éxito de eclosión fue de 64,7 % (1.117 cáscaras vacías de 1.727 huevos) y el promedio de éxito de emergencia fue de 64,4 % (1.112 neonatos emergieron de 1.727 huevos). El promedio del tamaño de nidada fue de 155,7 huevos.
  29. Seis de los nidos de carey marcados no fueron perturbados (54,5%), tres fueron depredados (27,3%) y dos fueron saqueados (18,2%).
  30. El promedio de profundidad para nidos de carey no perturbados (n=6) fue de 34 cm de la superficie de la arena al huevo más superficial y 46 cm de la superficie de la arena al huevo más profundo de la cámara.

31. Julio fue el mes más lluvioso durante el Programa de Tortuga Verde 2003 (721,6 mm) y setiembre fue el mes con menos lluvia (282,4 mm).
32. Durante el Programa de Tortuga Verde 2003, varios de los medidores de temperatura fallaron, probablemente debido a la excesiva humedad, por eso la información está incompleta. Sin embargo, el promedio mensual de temperatura de arena fue más alto en setiembre, en todas las profundidades y en todas las tres zonas. Las temperaturas más bajas, fueron registradas en julio y noviembre.
33. Los niveles de agua en el suelo fueron indetectables en los tubos, durante todo el Programa.
34. Un total de 29.103 personas visitaron el Centro de Historia Natural y Visitantes de la CCC, en el 2003.
35. La visitación turística al Parque Nacional Tortuguero (PNT) se incrementó en el 2003, a 67.669 personas. Las entradas al Área de Conservación Tortuguero (PNT y Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado) alcanzó un total de ¢143.715.204 (~ US\$335.000).
36. La capacidad de hoteles y cabinas en el área de Tortuguero, se incrementó a 512 cuartos (1.169 camas) en el 2003.
37. Un total de 32.854 turistas recibieron permisos para realizar una caminata guiada de observación de tortuga en el 2003.
38. Muchas luces artificiales son todavía visibles desde la playa. La mayoría de luces son del pueblo, entre millas 2 3/8 – 3 3/8. Algunas luces son también visibles de varios de los hoteles más grandes ubicados al norte del pueblo de Tortuguero.

## **Conclusiones**

1. La mayoría de los nidos de tortugas verdes (99,5%) registrados durante los censos de rastros, fueron depositados entre el 15 de junio y el 31 de octubre.
2. El pico en densidad de anidación ocurrió el 24 de agosto, 2003 cuando 1.575 nidos fueron depositados.
3. El saqueo de nidos de tortugas verdes fue registrado en niveles bajos entre junio-noviembre.
4. La depredación por jaguar fue observada en niveles bajos, y en el presente no representa un impacto significativo en las tortugas anidadoras.
5. La anidación de tortugas carey ocurrió en baja densidad, aunque se encontraron más hembras durante patrullajes nocturnos que en años recientes.
6. Las tres tortugas verdes marcadas fuera de Costa Rica y encontradas en la playa en el 2003, enfatizan la importancia de mantener los esfuerzos altos en los patrullajes de playa durante la temporada de anidación.
7. La probabilidad de pérdida de marcas fue baja (0,025) como resultado de la diligencia de la Coordinadora de Campo y los asistentes de investigación, al asegurarse que fueran aplicadas apropiadamente.
8. La baja pérdida de marcas observada por las marcas Inconel, debe decrecer la proporción de hembras retornando con evidencia de huecos o nudos viejos, pero sin marcas.
9. Las medidas del CCLmin fueron más precisas que las medidas del SCLmax durante el mismo encuentro. Entre encuentros las medidas del SCLmax mostraron un nivel más alto de precisión.

10. La incidencia de tumores de fibropapiloma en tortugas verdes, fue muy bajo (0,8%).
11. La depredación fue el mayor factor que redujo la sobrevivencia de nidos y el éxito de eclosión en el 2003. La perturbación por humanos resultó en la pérdida del 7,3% de los nidos.
12. El éxito de eclosión para nidos de tortuga verde no perturbados, fue muy alto (89,8%), y el promedio de éxito de eclosión (68,8%) estaba dentro del rango observado durante los últimos cinco años.
13. Los nidos no perturbados de tortugas carey, tuvieron un éxito extremadamente alto (94,8%).
14. La lluvia más baja que el promedio en noviembre, resultó en pocos nidos inundados.
15. La visitación a Tortuguero continuó incrementándose en el 2003, con más visitantes registrados al centro de visitantes de la CCC y al Parque Nacional Tortuguero, que en años previos.
16. El incremento en la visitación y el aumento en la capacidad de hoteles y cabinas, significan que más gente se beneficia económicamente del turismo en el área de Tortuguero.

### **Recomendaciones**

1. La implementación de un programa de educación ambiental estructurado, tanto en la escuela como en el colegio, facilitaría la colaboración con la comunidad de Tortuguero.
2. Siguiendo la introducción de la nueva ley de tortugas marinas en noviembre del 2002, debe implementarse esta ley, incrementando los patrullajes en la playa por parte del parque y asegurando que aquella gente detenida sea denunciada bajo esta ley. Asegurando fondos adicionales para personal del parque ayudaría en este tema.
3. Sería muy deseable establecer un mecanismo de incentivo por el cual una parte más grande de las entradas al Área de Conservación Tortuguero, sea devuelta para cubrir los gastos operativos en que incurre el Área de Conservación en el manejo del Parque Nacional Tortuguero.
4. La introducción de un estudio completo sobre el estado general de salud de las tortugas marinas anidadoras, daría información importante sobre la incidencia de fibropapilomas.
5. Debe fomentarse estudios para determinar la presencia de pesticidas en la playa y canales de Tortuguero, y el impacto que tales químicos tienen sobre la flora y la fauna.
6. Los medidores TidBit (Onset Computer Corp.) con estuche protector, debe comprarse cuando los medidores necesiten ser reemplazados.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) en Tortuguero fueron iniciados por el Dr. Archie Carr en 1954 (Carr *et al.* 1978). Desde 1959, la Caribbean Conservation Corporation (CCC) ha implementado un programa anual de tortuga verde. El personal y el Comité Científico de la CCC revisaron el protocolo de monitoreo del Programa de Tortuga Verde, en preparación para la temporada de anidación de 1998. El nuevo protocolo establece que este programa es realizado para cumplir con la misión científica de la CCC en Tortuguero: “La CCC proveerá la información científica necesaria para conservar las poblaciones de tortugas marinas que anidan en Tortuguero, Costa Rica, de manera que ellas puedan cumplir con sus papeles ecológicos”. El Programa de Tortuga Verde 2003 representa el sexto año consecutivo de implementación del protocolo de monitoreo revisado.

Los objetivos de este reporte son, resumir y discutir los resultados del Programa de Tortuga Verde 2003 y proveer recomendaciones para futuros programas, esfuerzos de conservación y actividades de investigación en Tortuguero.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Preparaciones

Seguido al arribo de los asistentes de investigación (AI's) en Tortuguero el 16 de junio, 2003, se inició una semana de entrenamiento. Esto incluyó sesiones teóricas sobre la biología de las tortugas marinas y el comportamiento de anidación, además de una revisión comprensiva del protocolo de monitoreo. Estas charlas fueron apoyadas con sesiones prácticas en marcaje de nidos, marcaje y recolección de datos biométricos durante patrullajes diurnos y nocturnos entre la boca del Río Tortuguero y el marcador de milla 5.

Durante la primera semana del programa, se reemplazaron y/o se re-pintaron los marcadores de milla en la playa entre la boca del Río Tortuguero y el marcador de milla 5, para asegurar que hubieran tres marcadores en cada 1/8 de milla. Estos marcadores fueron puestos en la misma ubicación, que aquellos ubicados durante el Programa de Tortuga Baula 2003.

Se llevó a los AI's al pueblo para que se familiarizaran, y conocieran a algunas personas relevantes de la comunidad incluyendo al director de la escuela y los profesores. También fueron presentados al personal de guardaparques de Cuatro Esquinas, para facilitar la cooperación durante el trabajo nocturno de playa.

### 2.2 Censo de Rastros

Los censos de rastros fueron llevados a cabo aproximadamente cada semana durante todo el programa de tortuga verde. El contador de rastros realizó censos entre la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) y la laguna de Jalova (milla 18). Los censos se iniciaron al amanecer (4:30-5:00am) en la boca del Río Tortuguero o en el pueblo y finalizaron a las 9:30am - 12:00pm en la laguna de Jalova. Si el censo iniciaba en el pueblo, y la sección entre la boca

del Río Tortuguero y el pueblo no había sido censada en la mañana, la misma persona censaba esta sección de playa en la tarde. Se registraron sólo los rastros de la noche previa y por cada rastro se registró la siguiente información: especie, sección de milla, nido o media-luna, si el nido o tortuga había sido saqueado o si la tortuga había sido depredada. Un nido se registró como saqueado si habían signos de perturbación humana, como huellas alrededor del nido, huecos hechos con palos, evidencia de excavación, una cámara de huevos vacía o cáscaras de huevo frescas cerca al nido. Una tortuga se consideró saqueada cuando el rastro indicaba que humanos habían arrastrado a la tortuga de la playa. Las tortugas muertas fueron consideradas depredadas por jaguar (*Panthera onca*) cuando estaban rodeadas de huellas de jaguar o mostraban heridas características de jaguar.

### 2.3 Marcaje de Tortugas Marinas

Los equipos de marcaje patrullaron la playa cada noche, entre el 16 de junio – 30 de octubre (excepto por el 18, 22 de junio y el 18 de octubre). La parte norte de la playa fue dividida en dos secciones: milla -3/8 a la estación biológica (en milla 2 5/8) y de la estación biológica al marcador de milla 5. Equipos separados patrullaron cada sección durante dos turnos: 8pm-12am y 12-4am, cuando el número de residentes en la estación lo permitió. Ocasionalmente, se realizaron patrullajes adicionales entre milla 5 y 8 por equipos de trabajo de 8pm-4am.

Cada tortuga encontrada posterior a la oviposición, fue revisada por marcas viejas. Las tortugas que no tenían marcas viejas, fueron marcadas en cada aleta frontal, axilarmente, próximo a la primera escama. Para cada tortuga se anotó la especie, sección de milla, marcador, zona de nido (abierta, borde o vegetación, o si no desovó), y características especiales o heridas.

Las marcas usadas durante el Programa de Tortuga Verde 2003, incluyeron, National Band&Tag Company (NBTC) Inconel #681 marcas no. 95007-95025, 95036-95050, 95066-97996 y Monel #49 marcas no. VA2094-VA2095, VA2874-2875.

#### 2.3.1 Tortugas verdes

Las marcas Inconel #681 fueron usadas para marcar una muestra mínima de 1.000 tortugas verdes que no llevaban marcas viejas. Se hizo esfuerzo para no mezclar marcas Inconel y Monel en el mismo individuo. Por tanto, si una tortuga fue encontrada con una marca Monel, ésta fue removida y se aplicó dos marcas Inconel. Sin embargo, en algunos casos, no fue posible remover la marca de Monel, entonces se aplicó otra marca Monel en la otra aleta.

La probabilidad de pérdida de marcas fue calculada para las tortugas verdes marcadas con dos marcas Inconel #681, y que fueron encontradas posteriormente con una o dos marcas. La probabilidad de pérdida de marcas es:

$$1 - K_i = 1 - ((2r_{di}) / (r_{si} + 2r_{di}))$$

donde  $K_i$  es la probabilidad de retención de una marca durante el intervalo  $i$ ,  $r_{di}$  es el número de tortugas encontradas llevando dos marcas a intervalo  $i$ , y  $r_{si}$  es el número de tortugas encontradas llevando una marca a intervalo  $i$  (Wetherall, 1982). La probabilidad de pérdida de marca fue estimada del primer al último encuentro.

### 2.3.2 *Tortugas carey*

Las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) fueron marcadas con marcas Inconel #681. Se usó un bisturí desechable para tomar muestras de tejido de todas las carey encontradas, cuando fue posible. Las muestras se guardaron en etanol en la estación biológica hasta que se obtuvo el permiso CITES y se enviaron para análisis al Dr. Peter Dutton, del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas. El equipo de marcaje siempre permaneció con la carey hasta que ésta había retornado al mar, y después se borraron sus rastros.

### 2.3.3 *Tortugas baulas*

Las tortugas baulas (*Dermochelys coriacea*) fueron marcadas en las aletas traseras usando marcas Monel #49.

## 2.4 Datos Biométricos

### 2.4.1 *Tortugas verdes*

Los datos biométricos fueron recolectados de una muestra de tortugas verdes. Se hizo un intento de contar una o dos nidadas por noche, a medida que los huevos eran depositados. La persona que contaba los huevos usó un guante plástico para no contaminar la nidada. Los huevos se contaron usando un contador de huevos.

Todas las tortugas marcadas fueron medidas después de terminar la anidación, si el tiempo lo permitía. La longitud curva de caparazón mínima (CCLmin), desde donde la piel se encuentra con el caparazón por la nuca al nudo posterior entre las supracaudales, a lo largo de la línea central, se determinó al milímetro más cercano, usando una cinta métrica de fibra de vidrio. La longitud recta de caparazón máxima (SCLmax), desde el borde anterior del caparazón a la punta posterior del supracaudal más largo, se determinó al milímetro más cercano, usando un par de calibradores. Ambas medidas fueron tomadas tres veces por la misma persona, cuyo nombre fue registrado en el libro de campo, para determinar la precisión de las medidas. La precisión es definida como la diferencia en cm entre la medida más larga y la más corta, de las tres medidas.

### 2.4.2 *Tortugas carey*

Las medidas del CCLmin y SCLmax fueron tomadas a todas las carey encontradas durante los patrullajes de marcaje. Igual que para las tortugas verdes, el mismo observador midió tres veces la tortuga por cada medida, para permitir el cálculo de precisión. Se contó la nidada, si la carey aún no había empezado a desovar cuando fue encontrada.

### 2.4.3 *Tortugas baulas*

Para las baulas, el CCLmin (desde donde la piel se une con el caparazón por la nuca a la punta posterior de la proyección caudal, próximo a la línea central) se midió usando una cinta métrica de fibra de vidrio de 300 cm. Cada tortuga fue medida tres veces para determinar el promedio del CCLmin. No se tomó la medida del SCLmax ya que los calibradores no eran suficientemente grandes para medir a una tortuga baula.

## **2.5 Presencia de Fibropapiloma**

### *2.5.1 Tortugas verdes*

Para una muestra de 100 tortugas verdes, aquellas cuya nidada fue contada, se realizó un examen por fibropapiloma. Se inspeccionó todas las partes suaves por tumores, incluyendo la región cloacal, usando un foco con filtro rojo. Se registró la ausencia o presencia de fibropapiloma, localización y tamaño de los tumores, y nombres de las personas que examinaron la tortuga.

## **2.6 Determinación de Supervivencia de Nidos y Éxito de Eclosión**

Se marcó una muestra de nidos de tortugas verde y carey durante la oviposición. Estos nidos fueron localizados entre la boca del Río Tortuguero (milla - 3/8) y el marcador de milla 5. Los nidos fueron marcados usando tres pedazos de cinta que fueron adheridos a la vegetación detrás del nido. La distancia desde el centro de la cámara de huevos a cada uno de estas cintas, fue medida, al centímetro más cercano, mientras la tortuga estaba depositando los huevos. Cuando era tiempo de excavar el nido, la triangularización de estas tres medidas, fue usada para indicar la ubicación de la cámara de huevos, al sitio donde se cruzan las tres líneas. Se usaron tres marcadores de cinta para compensar la pérdida de cualquier cinta como resultado de tortugas camuflando, insectos o personas removiendo las cintas intencionalmente. Si una cinta se perdía, todavía era posible localizar el nido usando las otras dos cintas. La distancia a la línea pleamar más reciente, fue registrada al momento que el nido fue marcado.

Los nidos marcados fueron inspeccionados diariamente a las 6:00am. Se registró si el nido había sido saqueado, depredado (cuando fue posible se identificó el animal), excavado por otra tortuga o perdido por erosión de playa. Después de 55 días, el nido fue medido y se colocó palitos en forma de "V" en la arena, detrás del sitio donde se intersectan las tres líneas. Esto ayudó a los investigadores a localizar el nido para observar signos de inminente eclosión, como una depresión o rastros de neonatos. Si se observaba evidencia de eclosión, se anotó la fecha y el nido fue excavado dos días después. Si no se registraba una depresión o rastros de neonatos, el nido se excavó después de aproximadamente 65 días. La inspección diaria de nidos fue finalizada y las cintas removidas para aquellos nidos que se determinó con certeza que habían sido saqueados, completamente depredados o excavados, o arrasados. El monitoreo de nidos parcialmente depredados o excavados, continuó como normal hasta que ellos fueron excavados, aunque la fecha de perturbación fue registrada.

Después de 65 días, o antes si se había registrado signos de emergencia, el nido era excavado, una vez que las distancias de los marcadores de cinta habían sido re-medidos, para confirmar que éste había sido el nido original. Los nidos que no tenían depresión obvia, fueron localizados probando arena suave con un palo (solo después de 65 días, cuando se presumía que la eclosión y emergencia habían ocurrido), y esta técnica ayudó mucho a localizar varios de los nidos marcados. Los nidos no fueron excavados si el excavador encontraba un gran número de neonatos en el nido. En tales casos, los neonatos fueron re-enterrados y el nido excavado una fecha posterior. Si se encontraban algunos neonatos, ellos

fueron colocados en un hueco superficial cerca al sitio del nido y cubiertos con arena, de manera que pudieran alcanzar la superficie y emerger la siguiente noche.

Para cada nido excavado, se registró el nombre del excavador, código de nido, sección de milla, fecha de oviposición, fecha de eclosión (si estaba disponible), fecha de excavación, distancia de la superficie de la arena al huevo más superficial, y distancia de la superficie de la arena al huevo más profundo en la cámara. Para determinar el éxito de eclosión y de emergencia, se registró, el número de cáscaras vacías (si era más del 50% del huevo), neonatos vivos, neonatos muertos, huevos no eclosionados sin embrión, huevos no eclosionados con embrión visible (todos los estados antes de desarrollarse completamente), huevos no eclosionados con embrión completo (listo para eclosionar pero sin haber reventado), huevos reventados con neonatos adentro, huevos depredados, huevos destruidos y huevos sin yema.

Si el nido no pudo ser encontrado cuando se excavó, se hizo un intento por determinar el destino del nido. Los nidos fueron considerados saqueados si se encontró la cámara de huevos vacía. Se asumió que los nidos habían sido excavados por otra tortuga si las cáscaras estaban quebradas y se encontraba una cama nueva, donde el nido estaba supuestamente localizado. Los nidos se consideraron depredados si se encontraba un gran número de cáscaras abiertas cerca de la localización del nido marcado. Se consideró el nido excavado por guías turísticos, cuando se encontraron huellas humanas y de excavación próximas al nido. Los nidos para los cuales no se pudo determinar con certeza su destino, fueron excluidos de la muestra.

## **2.7 Datos Físicos**

### *2.7.1 Lluvia*

La lluvia (al mm más cercano) fue registrada diariamente a las 9:00am en la estación biológica John H. Phipps.

### *2.7.2 Temperatura del aire*

La temperatura del aire (actual, mínima, y máxima) fue registrada diariamente a las 9:00am en la estación biológica John H. Phipps.

### *2.7.3 Temperatura de arena*

La temperatura de la arena fue medida, usando medidores localizados a 30, 50 y 70 cm de profundidad en la zona abierta, borde y vegetación de la playa frente a la estación. Estos medidores registraron la temperatura una vez cada hora. Fueron colocados el 20 de junio 2003 y la información se recolectó el 8 de setiembre y el 30 de noviembre, 2003.

### *2.7.4 Nivel de agua en el suelo*

El nivel de agua en el suelo fue medido diariamente a las 9:00am. Este se determinó por el nivel de agua en los tres tubos de PVC (8.5 cm x 160 cm) enterrados frente a la estación biológica John H. Phipps, a 5, 10 y 15 m de distancia de la línea pleamar (el 1 de julio, 2003).

## **2.8 Datos de Impacto Humano**

### *2.8.1 Visitantes a Tortuguero*

El número de visitantes al Centro de Historia Natural y Visitantes de la CCC, fue estimado del número de turistas que pagaron su entrada al centro. El número de turistas que visitaron el Parque Nacional Tortuguero, fue estimado del número de visitantes que pagaron su entrada al PNT en los puestos de Cuatro Esquinas y Jalova.

### *2.8.2 Capacidad de hoteles y cabinas*

El Gerente de Estación Sergio Campos y el Director Científico, Sebastián Troëng solicitaron información sobre la capacidad de habitaciones y camas de los dueños de cabinas y gerentes de los hoteles en Tortuguero durante el Programa de Tortuga Verde 2003.

### *2.8.3 Caminatas de tortuga*

El número de turistas llevados a la playa por un guía durante el Programa de Tortuga Verde, fue estimado de los permisos extendidos a los guías por el Área de Conservación Tortuguero (ACTo). La Asociación de Promotores Turísticos de Tortuguero registró el dinero recolectado por contribuciones voluntarios de los guías, dinero que es designado para proyectos de la comunidad en el pueblo.

### *2.8.4 Luces artificiales*

La presencia de luces artificiales en la playa de Tortuguero fue monitoreada a lo largo de las millas 5 2/8 más hacia el norte, de la boca del Río Tortuguero al marcador de milla 5. Cada mes se realizó un censo de luces, en noches con luna nueva, cuando la luz natural era mínima. La fecha y los nombres de los observadores fueron registrados, así como la sección de milla, el fuente de luz (si era posible determinar) y localización (lado de playa o río) para cada luz artificial visible desde la playa.

### *2.8.5 Orientación de neonatos*

La orientación de neonatos fue determinada de una muestra de nidos, de la cual se sabía habían emergido neonatos la noche previa. Para cada nido, se registró el observador, la sección de milla, distancia del nido a la más reciente línea pleamar (m) y el número aproximado de rastros. Además, a una distancia de 10m del nido, se registró el rango angular de todos los rastros ( $^{\circ}$ ), el rango angular de los rastros menos cualquier rastro extremo ( $^{\circ}$ ) y el modo de dirección de los rastros fueron determinados usando una brújula sostenido a la altura de la cintura sobre el nido.

## **2.9 Actividades de Educación Ambiental**

Oportunamente, se dieron charlas y presentaciones con diapositivas sobre la biología y conservación de tortugas marinas y economía ambiental, a grupos que se quedaron o pasaron por la estación biológica John H. Phipps. Además, los investigadores implementaron una serie de actividades de educación ambiental en la escuela del pueblo de Tortuguero con estudiantes de 4<sup>to</sup>, 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> grado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Censo de Rastros

##### 3.1.1 *Tortugas verdes*

La anidación de tortugas verdes fue observada de marzo-diciembre, con más de 34 nidos/noche registrados entre el 15 de junio - el 31 de octubre (Ver Figura 1). De acuerdo con los censos semanales de rastros, se observó el pico de anidación el 24 de agosto 2003, cuando 1.575 nidos fueron registrados en una sola noche (Ver Figura 1). Usando la metodología de Troëng y Rankin (En prensa) 93.436 nidos fueron estimados haber sido depositados en el 2003 (Ver Figura 10b). Usando el promedio de frecuencia de nidadas estimada de 2,8 por temporada (Carr *et al.*, 1978) y seis por temporada (Bjorndal *et al.*, 1999), esto corresponde a 15.573 – 33.370 hembras anidando en el 2003.

Como ha sido observado en años previos, se encontró que la densidad de anidación fue más alta en el centro de la playa, entre millas 6-12, con la densidad más alta en milla 9 (Ver Figura 2). Aquellos nidos depositados entre la boca del Río Tortuguero y el marcador de milla 5, en donde se realizaron los patrullajes nocturnos de playa regulares, representaron el 13,7% de los nidos depositados en toda la playa (Ver Figura 2).

En siete ocasiones separadas, en mayo, julio, setiembre y noviembre, el contador de rastros reportó que las tortugas verdes anidadoras habían sido saqueadas, con un total de 14 individuos saqueados (Figura 3). Además, de estas tortugas saqueadas, durante ocho censos adicionales, un total de 147 nidos de tortugas verdes, fueron también registradas como saqueados.

Entre mayo y octubre el contador de rastros reportó un total de 16 tortugas verdes recién matadas (Figura 4). Además de esto, guardaparques y asistentes de investigación reportaron otras doce tortugas verdes matadas por jaguares durante el 2003. Dos equipos de asistentes de investigación también observaron jaguares en la playa, durante patrullajes nocturnos el 25 y 29 de setiembre.

##### 3.1.2 *Tortugas carey*

Se registró niveles muy bajos de anidación de tortugas carey entre mayo – noviembre, con un pico de anidación en mayo - julio (Ver Figura 5). Los asistentes reportaron una tortuga carey muerta por un jaguar el 7 de mayo, 2003, aunque los restos no fueron encontrados y se presume que fue tomado por saqueadores que la encontraron recién muerta en la vegetación.

##### 3.1.3 *Tortugas baulas*

Los censos de rastros registraron anidación de tortuga baula de febrero - junio, con un pico de anidación el 22 de mayo, 2003, cuando se anotaron 16 nidos (Ver Figura 6).

## 3.2 Marcaje de Tortugas Marinas

### 3.2.1 *Tortugas verdes*

Un total de 1.264 tortugas verdes marcadas por primera vez, 433 previamente marcadas y 582 tortugas verdes re-anidadoras fueron encontradas por investigadores durante las 2.034 horas de patrullaje nocturno desde el 16 de junio - 30 de octubre, 2003 (Apéndices 1 y 2).

Tres tortugas verdes marcadas por otros proyectos de investigación fueron encontradas durante el Programa de Tortuga Verde 2003. La tortuga verde AM709 fue observada anidando en milla 3 5/8 el 14 de setiembre 2003, y fue originalmente marcada por investigadores en Isla Mujeres, Quintana Roo, México entre el 23 de mayo 1996 y mayo 1997 (R. Marquez, com. pers.). Las tortugas verdes V3106/V3107 vista en milla 3 5/8 el 18 de julio 2003, y V3408/V3409 observada en milla 3 6/8 el 17 de octubre 2003, ambas fueron marcadas en la Reserva Pacuare, localizada al sur del Parque Nacional Tortuguero.

De 1.262 tortugas verdes marcadas por primera vez, 181 (14%) mostraban evidencia de haber sido marcadas previamente, exhibiendo huecos de marcas viejas o nudos en al menos una de las aletas frontales cuando se encontraron.

La eficiencia de marcaje para las tortugas verdes que emergieron en la playa (nidos o media-lunas) entre la boca del Río Tortuguero y el marcador de milla 5, en noches previas a los censos de rastros (n = 20) varió con un rango de 0% a 100% con un promedio de 9%.

Los nidos de tortuga verde registrados durante los patrullajes nocturnos, fueron localizados en la zona de playa abierta en el 47,6% de los casos (n = 1.006), 43,9% (n = 928) en la zona de borde y el 8,4% (n = 178) en zona de vegetación. 6,7% de las tortugas fueron encontradas realizando una media-luna (n = 152).

### 3.2.2 *Tortugas carey*

Doce diferentes tortugas carey fueron encontradas durante el Programa de Tortuga Verde 2003; ocho (75%) fueron marcadas por primera vez, cuatro (25%) tenían marcas de años previos y cuatro de esos doce individuos fueron observados en más de una ocasión durante la temporada (Ver Apéndice 1). Sólo una (12,5%) de las ocho carey marcada por primera vez, mostraba evidencia de marcas previas.

Se envió al Dr. Peter Dutton del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (USA) muestras de tejido de 15 tortugas carey para análisis de ADNmt. Estas muestras fueron recolectadas durante ambos los Programas de Tortuga Baula y Verde 2003. Todos los permisos CITES y del MINAE necesarios fueron obtenidos antes de la recolección y exportación de las muestras.

Muchos de los nidos de tortuga carey que fueron registrados durante los patrullajes nocturnos, estaban localizados en la zona de borde de la playa (71,4%, n = 10), los otros fueron depositados en la zona abierta (28,6%, n = 4).

### 3.2.3 Tortugas baulas

Un total de cinco encuentros con tortugas baulas fue registrado a principios del Programa de Tortuga Verde 2003; una fue marcada por primera vez, dos tenían marcas previas, y dos fueron re-anidadoras. La última tortuga baula fue registrada el 7 de julio, 2003 (Ver Apéndice 1). Todos los nidos de baula que fueron observados durante los patrullajes nocturnos, estaban depositados en la zona abierta (n = 4).

### 3.2.4 Determinación de pérdida de marcas de tortugas verdes durante la temporada

Usando la información de tortugas verdes marcadas con dos Inconel #681, fue posible determinar la probabilidad de pérdida de marcas, registrando la presencia de una o dos marcas durante encuentros posteriores con el mismo individuo durante la temporada de anidación.

De la Tabla 1, se puede ver que 248 tortugas fueron observadas en más de una ocasión, sólo doce fueron reportadas de haber perdido una marca, durante un siguiente encuentro, resultando en una probabilidad de pérdida del 2,5%. Hubo considerables diferencias en la probabilidad de pérdida de marcas entre investigadores, en un rango de 0% a 20%. Las diferencias también fueron observadas entre meses, con la pérdida más baja observada en junio y octubre, y la más alta en julio (0% y 5% respectivamente).

**Tabla 1. Probabilidad de pérdida de marcas durante la temporada desde el primero al último encuentro**

#### a) Por marcador

Marcador	r <sub>di</sub>	r <sub>si</sub>	1-K <sub>i</sub> ± 95% LC
CC	19	0	0 ± 0
DC	7	0	0 ± 0
AI1	16	0	0 ± 0
AI 2	15	0	0 ± 0
AI 3	15	0	0 ± 0
AI 4	14	0	0 ± 0
AI 5	14	0	0 ± 0
AI 6	9	0	0 ± 0
AI 7	7	0	0 ± 0
AI 8	6	0	0 ± 0
AI 9	24	1	0,020 ± 0,041
AI 10	21	1	0,023 ± 0,046
AI 11	20	1	0,024 ± 0,049
AI 12	9	1	0,053 ± 0,105
AI 13	21	3	0,067 ± 0,077
AI 14	10	2	0,091 ± 0,128
AI 15	6	3	0,200 ± 0,226
AI's mezclados	3	0	0 ± 0
<b>TOTAL</b>	<b>236</b>	<b>12</b>	<b>0,025 ± 0,014</b>

**b) Por mes**

Mes	r <sub>di</sub>	r <sub>si</sub>	1-K <sub>i</sub> ± 95% LC
Junio	6	0	0 ± 0
Julio	67	7	0,050 ± 0,037
Agosto	76	2	0,013 ± 0,018
Setiembre	73	3	0,020 ± 0,023
Octubre	14	0	0 ± 0
<b>TOTAL</b>	<b>236</b>	<b>12</b>	<b>0,025 ± 0,014</b>

CC = Coordinadora de Campo, DC = Director Científico, AI = Asistente de Investigación, AIs mezclados = Dos AI marcaron la misma tortuga

r<sub>di</sub> = Número de tortugas verdes encontradas con dos marcas, r<sub>si</sub> = Número de tortugas verdes encontradas con una marca, 1-K<sub>i</sub> = Probabilidad de pérdida de marcas, 95% LC = 95% límites de confianza

### 3.3 Datos Biométricos

#### 3.3.1 Tortugas verdes

La Tabla 2 muestra el promedio de longitud de caparazón para las tortugas verdes hembras. Se puede ver que el promedio de la longitud de caparazón de individuos marcados por primera vez que no tenían evidencia de marcaje anterior era levemente más pequeño que el promedio de la longitud de caparazón de hembras marcadas por primera vez con huecos o nudos viejos de marcaje anterior, o de individuos con marcas previas.

Las hembras nuevas sin signos de marcaje anterior, depositaron nidadas más pequeñas que las hembras previamente marcadas o los individuos con marcas nuevas y evidencia de marcas previas (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. Promedio de la longitud de caparazón y el tamaño de la nidada de tortugas verdes**

Muestra	CCLmin (cm)		SCLmax (cm)		Tamaño nidada (huevos)	
	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$
Nuevas marcas sin OTH/OTN	1070	104,2 ± 4,8	868	98,4 ± 4,4	92	107 ± 28
Nuevas marcas con OTH/OTN	178	105,3 ± 5,1	156	99,5 ± 4,9	19	116 ± 17
Previamente marcadas	395	105,8 ± 4,8	360	99,6 ± 4,5	43	110 ± 20

OTH = Hueco de marca previa, OTN = Nudo de marca previa

Las medidas de caparazón de tortugas verdes, ambas la longitud curva de caparazón (CCLmin) y la longitud recta de caparazón (SCLmax), fueron tomadas con un grado mayor de precisión por asistentes de investigación que por los participantes (Ver Tabla 3a). Para los asistentes de investigación, el CCLmin fue más preciso que las medidas del SCLmax, no se observó diferencia para los participantes (Ver Tabla 3a). Para individuos encontrados más de una vez durante la temporada, las medidas del SCLmax mostraron un nivel más alto de precisión que las medidas del CCLmin, indiferente del número de veces que la tortuga fue observada (Ver Tabla 3b).

**Tabla 3. Precisión de las medidas de caparazón para las tortugas verdes****a) Durante el mismo encuentro**

Observador	CCLmin (cm)			SCLmax (cm)		
	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango
Asistentes de Investigación	1536	0,2 ± 0,2	0 – 1,5	1320	0,3 ± 0,2	0 – 1,7
Participantes	641	0,4 ± 0,3	0 – 2,0	571	0,4 ± 0,3	0 – 4,8
<b>TOTAL</b>	<b>2177</b>	<b>0,3 ± 0,2</b>	<b>0 – 2,0</b>	<b>1891</b>	<b>0,3 ± 0,2</b>	<b>0 – 4,8</b>

**b) Entre encuentros**

Encuentros	CCLmin (cm)			SCLmax (cm)		
	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango
2	281	1,2 ± 1,0	0,1 - 8,0	256	1,0 ± 0,9	0,2 - 10,0
3	83	1,7 ± 1,1	0,3 - 6,9	69	1,5 ± 1,1	0,5 - 6,0
4	17	1,8 ± 1,0	0,4 - 4,2	17	1,6 ± 1,1	0,6 - 4,9
5	5	3,5 ± 2,3	2,1 - 7,6	5	1,6 ± 0,7	0,7 - 2,7
6	1	2,4 ± N/A	N/A	1	0,5 ± N/A	N/A

**3.3.2 Tortugas carey**

La longitud promedio de caparazón para las hembras de tortugas carey nuevamente marcadas fue mayor que el promedio de los individuos previamente marcados, para ambas las medidas del CCLmin y del SCLmax (Ver Tabla 4). Sólo los nidos de hembras nuevas marcadas fueron contados y el promedio de huevos depositados fue de 179 (Ver Tabla 4).

Las medidas del CCLmin de las hembras carey mostraron un nivel mayor de precisión que las medidas del SCLmax (Ver Tabla 5). La precisión de las medidas del CCLmin fue la misma para las tortugas verdes y carey ( $\bar{x} = 0,3\text{cm}$ ), pero la precisión de medidas del SCLmax para las carey fue más bajo que para las tortugas verdes ( $\bar{x} = 0,6\text{cm}$  comparado a  $\bar{x} = 0,3\text{cm}$  respectivamente; Ver Tabla 3a y Tabla 5).

**Tabla 4. Promedio de la longitud de caparazón y el tamaño de la nidada de tortugas carey**

Muestra	CCLmin (cm)		SCLmax (cm)		Tamaño nidada (huevos)	
	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$	n	$\bar{x} \pm D.E.S.$
Nuevas marcas – sin OTH/OTN	6	89,4 ± 3,7	6	85,2 ± 2,5	4	179 ± 13
Previamente marcadas	2	88,8 ± 3,1	1	83,9 ± N/A	0	N/A

**Tabla 5. Precisión de medidas de caparazón para tortugas carey**

Muestra	CCLmin (cm)			SCLmax (cm)		
	n	$\bar{x}$	Rango	n	$\bar{x}$	Rango
Hembras	12	0,3	0,1-1,0	10	0,6	0-2,5

### 3.3.3 Tortugas baulas

El promedio de la longitud de caparazón (CCLmin) de las cinco tortugas baulas encontradas durante el Programa de Tortuga Verde 2003, fue de 153,3cm (Ver Tabla 6). No se contaron nidadas para ninguno de estos individuos. Ver Harrison *et al.* (2003) para un análisis de la precisión de las medidas del CCLmin de las tortugas baulas.

**Tabla 6. Promedio de la longitud de caparazón de tortugas baulas**

Muestra	n	CCLmin (cm) $\bar{x} \pm D.E.S.$
Nuevas y previamente marcadas	5	153,3 $\pm$ 9,8

### 3.4 Presencia de Fibropapilomas

#### 3.4.1 Tortugas verdes

Un total de 238 tortugas fueron sujeto a un examen detallada de presencia de tumores de fibropapiloma; solo dos individuos (0,8%) se encontraron infectados. En ambos casos, el tumor se localizaba en el área del hombro en las aletas frontales, con el número de tumores de uno a tres por tortuga. Ambas tortugas afectadas eran con marcas nuevas sin evidencia de huecos o nudos viejos.

### 3.5 Determinación de Supervivencia de Nidos y Exito de Eclosión

Varios depredadores mamíferos fueron observados perturbando nidos o depredando neonatos durante el Programa de Tortuga Verde 2003, incluyendo el pizote (*Nasua narica*), perros domésticos (*Canis familiaris*) y humanos (*Homo sapiens sapiens*).

Aves depredadoras observadas, incluyeron zopilotes (*Coragyps atratus*) y zopilotes cabecirrojos (*Cathartes aura*) observadas depredando huevos y neonatos de nidos que habían sido abiertos por otros depredadores u otras tortugas. Los zopilotes también depredaron neonatos inactivos, si ellos emergieron durante el día. Otra ave que fue vista llevando neonatos mientras cruzaban la playa fue el águila cangrejera (*Buteogallus anthracinus*).

Además, se observaron larvas de moscas (*Megaselia scalaris*) depredando huevos, neonatos eclosionados y neonatos en el nido. También, se observó hormigas de fuego (*Solenopsis geminata*) fueron vistas depredando huevos, neonatos eclosionados y neonatos vivos, ambos en el nido y alrededor del nido.

#### 3.5.1 Tortugas verdes

Un total de 195 nidos de tortugas verdes fueron marcados durante el curso del Programa de Tortuga Verde 2003. De estos, las tres cintas se perdieron de tres nidos, un nido todavía tenía neonatos al final del Programa, el destino de 21 nidos no pudo ser determinado con certeza y nidos nuevos depositados cerca de los marcados previnieron la excavación de seis nidos. Estos 31 nidos fueron excluidos del subsecuente análisis, dejando una muestra de 164

nidos de tortugas verdes monitoreados desde la fecha de oviposición hasta que su destino pudo ser determinado (Ver Tabla 7).

De la Tabla 7, se puede ver que casi el 60% de los nidos se mantuvieron sin perturbación durante la incubación (n = 98). De aquellos que fueron perturbados, la depredación representó un 10,5% de perturbaciones y otras tortugas anidadoras destruyeron el 9,8% de los nidos. La perturbación humana, ya sea de saqueo o de guías excavando nidos, resultó en la pérdida de otros 15 nidos (9,1%). La Figura 7 muestra la ubicación de los nidos marcados que fueron saqueados. El saqueo ocurrió en tres áreas, todas fuera del Parque Nacional Tortuguero. Una entre millas 7/8 - 1 1/8, cerca al aeropuerto, la segunda entre millas 1 7/8 - 2 1/8, y la tercera cerca al pueblo de Tortuguero, entre millas 2 3/8 - 3 3/8 (la cual marca el límite norte del Parque Nacional Tortuguero).

La pérdida natural de nidos debido a la erosión de playa fue limitada (n = 5), pero ocurrió principalmente en la sección de playa entre el pueblo y la desembocadura. Sólo dos nidos no eclosionaron. Tanto la depredación de humanos como no humanos ocurrió en niveles más altos fuera de los límites del parque nacional, en el sector al norte del pueblo de Tortuguero (Ver Tabla 7 y Figura 7).

**Tabla 7. Destino de nidos marcados de tortugas verdes**

<b>Destino</b>	<b>Pública n</b>	<b>Parque n</b>	<b>Total n</b>	<b>% del total</b>
<i>No perturbados</i>				
1. No perturbados	55	43	98	59,8
<i>Perturbados</i>				
2a. Saqueados	9	0	9	5,5
2b. Cámara de huevos vacía	3	0	3	1,8
3. Excavado por perros después de eclosión	0	1	1	0,6
4. Excavado por guías después de eclosión	2	1	3	1,8
5. Depredados	13	4	17	10,4
6. Excavado por otra tortuga	11	5	16	9,8
7. Dos nidos juntos	2	2	4	2,4
8. Arrasados	4	1	5	3,0
9. Invasión por raíces	2	4	6	3,7
10. Sin eclosionar	0	2	2	1,2
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>63</b>	<b>164</b>	<b>100</b>
<i>No incluido en análisis</i>				
11. Neonatos aún en el nido al 1 de diciembre	1	0	1	
12. Las tres cintas perdidas	2	1	3	
13. Sin determinar	12	9	21	
14. Otro nido arriba previno la excavación	4	2	6	

Los resultados de las excavaciones de los 164 nidos de tortugas verdes monitoreados durante la incubación, se muestran en Tablas 8a y 8b. El promedio de éxito de eclosión y de emergencia fue calculado, basado en el supuesto de un número promedio de 112,2 huevos por nido marcado, a menos que el destino indicara de otro modo (Tabla 8b). El estimado del número total de huevos en los nidos monitoreados es de 18.832 huevos (162 nidos x 112,2 huevos + 2 nidos x 103,5 huevos + 4 nidos x 112,2 huevos por nidos que fueron excavados

junto a otros nidos - categoría de destino 7). El promedio de éxito de eclosión es estimado a 68,8% (12.960 cáscaras vacías de 18.832 huevos) y el promedio de éxito de emergencia a 68,0% (12.815 neonatos de 18.832 huevos).

**Tabla 8. Resultados de excavaciones de nidos de tortugas verdes**

**a) Datos crudos de excavaciones**

Destino	n	Cáscaras vacías	Huevos reventados	Neonatos		Huevos sin eclosionar			Depredado	Destruídos
				Vivos	Muertos	Sin embrión	Embrión completo	Embrión		
1	98	9889	81	48	30	564	233	24	203	0
2a	9	62	2	0	1	1	0	0	2	0
2b	3	8	0	0	0	8	4	0	6	0
3	1	85	2	2	1	3	1	0	0	0
4	3	209	0	2	0	6	7	1	1	0
5	17	981	20	11	28	95	34	1	190	0
6	16	511	3	6	13	47	20	9	7	14
7	4	708	0	2	0	16	5	0	47	0
8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	6	506	1	0	0	8	8	1	38	0
10	2	1	0	1	0	185	15	0	6	0
<b>ALL</b>	<b>164</b>	<b>12960</b>	<b>109</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>933</b>	<b>327</b>	<b>36</b>	<b>500</b>	<b>14</b>

Para categoría destino ver Tabla 7

**b) Éxito de eclosión y de emergencia en nidos de tortugas verdes**

Destino	n	$\bar{x}$ tamaño nido	Éxito eclosión (%)	Éxito emergencia (%)
1	98	112,2	89,9	89,2
2a	9	N/A	6,1 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>
2b	3	N/A	2,4 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>
3	1	N/A	75,8 <sup>a</sup>	73,1 <sup>a, b</sup>
4	3	N/A	62,1 <sup>a</sup>	61,5 <sup>a, b</sup>
5	17	N/A	51,4 <sup>a</sup>	49,4 <sup>a</sup>
6	16	N/A	28,5 <sup>a</sup>	27,4 <sup>a</sup>
7	4	N/A	78,9 <sup>a</sup>	78,7 <sup>a</sup>
8	5	N/A	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
9	6	N/A	75,2 <sup>a</sup>	75,2 <sup>a</sup>
10	2	103,5	0,5	0
<b>Total</b>	<b>164</b>	<b>N/A</b>	<b>68,8</b>	<b>68,0</b>

Para categoría destino ver Tabla 7

<sup>a</sup>Suponiendo un tamaño promedio de nidada de 112,2 huevos

<sup>b</sup>Suponiendo que todos los neonatos emergieron antes de la depredación

Muchos de los nidos marcados de tortuga verde fueron depositados en la zona abierta (n = 78), o la zona de borde (n = 75), y muy pocos fueron depositados en la zona de vegetación (n = 10). Cuando los huevos fueron depositados en la vegetación era más probable que fueran perturbados, que en las zonas abierta o borde (70% comparado al 45% y 31%, respectivamente).

Una comparación entre los conteos de huevos al momento de la oviposición y de la excavación para una muestra de nidos no perturbados (n = 79) muestra un promedio de 1,7 más huevos (rango: +57 a -146 huevos, dev.es. = 22 huevos) contados al momento de oviposición.

La distancia entre la superficie de la arena al huevo más superficial al momento de la excavación para nidos no perturbados (n = 96) fue entre 29 y 90 cm con un promedio de 58 cm. La distancia entre la superficie de la arena al huevo más profundo en la cámara de huevos para los mismos nidos varió entre 41 y 100 cm, con un promedio de 72 cm.

El período de incubación para nidos no perturbados, en los cuales se observó emergencia (n=36) varió de 51 a 65 días con un promedio de 56 días.

Los huevos no eclosionados que contenían albinos y embriones deformes totalizaron el 0,1 % de huevos en nidos no perturbados, nidos excavados por guías y nidos no eclosionados (Ver Tabla 9).

**Tabla 9. Incidencia de albinismo, gemelos y embriones deformes en nidos de tortugas verdes**

	n	% del total de huevos
Albinos	5	0,04
Gemelos	0	0,00
Embriones deformes	7	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>0,10</b>

### 3.5.2 Tortugas carey

Un total de once nidos de tortuga carey fueron marcados al momento de la oviposición, y los resultados de las excavaciones de estos nidos, se muestran en la Tabla 10. De estos once nidos, seis no fueron perturbados (54,5%), dos fueron saqueados (18,2%) y tres depredados (27,3%).

**Tabla 10. Resultados de excavaciones de nidos de tortugas carey**

Destino	n	Cáscaras vacías	Huevos reventados	Neonatos		Huevos no eclosionados			Total huevos	Éxito eclosión (%)	Éxito emergencia (%)	
				Vivos	Muertos	Sin embrión	Embrión	Embrión completo				Depredados
1	6	885	0	1	4	28	12	2	7	934	94,8	94,2
2a	2	83	0	0	0	0	0	0	0	83	26,7 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>
5	3	149	0	0	0	24	21	40	248	482	30,9	30,9
<b>ALL</b>	<b>11</b>	<b>1117</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>255</b>	<b>1499</b>	<b>64,7</b>	<b>64,4</b>

Para categoría destino ver Tabla 7

<sup>a</sup>Suponiendo un tamaño promedio de nidada de 155,7 huevos (934 huevos ÷ 6 nidos)

El éxito de eclosión y emergencia para nidos de carey no perturbados fue muy alto (más del 94%), pero en aquellos nidos que habían sido perturbados por depredadores humanos o animales, una reducción sustancial fue registrada tanto en el éxito de eclosión como de emergencia (menos de 31%). Los nidos que fueron categorizados como saqueados contenían algunos huevos cuando fueron excavados (n = 83), y aquellos que fueron depredados habían perdido más del 51% de sus huevos.

El promedio de éxito de eclosión para nidos de carey ( $n = 11$ ) fue de 64,7% (1.117 cáscaras vacías de 1.727 huevo) y el éxito de emergencia fue de 64,4% (1.112 neonatos emergidos de 1.727 huevos). Esto es comparable al éxito de eclosión y emergencia de nidos marcados de tortuga verde (Ver Tabla 8b).

La distancia entre la superficie de la arena y la cáscara más superficial al momento de excavación para nidos de carey no perturbados ( $n = 6$ ) varió entre 21 y 46 cm con un promedio de 34 cm. La distancia entre la superficie de la arena y el fondo de la cámara de huevos para los mismos nidos varió entre 30 y 64 cm con un promedio de 46 cm. Los nidos de carey eran más superficiales que los de tortuga verde, ambos con respecto a la profundidad al primer huevo (34cm comparado a 58cm, respectivamente) y la profundidad al fondo de la cámara (46cm comparado a 72cm, respectivamente).

Los períodos de incubación para los dos nidos de carey, en los cuales se observó rastros de neonatos, fue de 60 y 64 días, dando un promedio de 62 días. El tiempo promedio de incubación para la carey fue aproximadamente 6 días más que lo observado para los nidos de tortugas verdes (promedio = 56 días).

### 3.5.3 Tortugas baulas

Para mayor información sobre el éxito de eclosión para las baulas en Tortuguero 2003, favor consultar Harrison *et al.* (2003).

## 3.6 Datos Físicos

### 3.6.1 Lluvia

Durante el Programa de Tortuga Verde 2003, de mediados de junio a finales de noviembre, julio fue el mes más lluvioso con 721,6mm de lluvia registrada para el mes, con un promedio de 23,3mm de lluvia por un período de 24-horas (Ver Tabla 11). Setiembre fue el mes más seco, con 282,4mm de lluvia registrada para todo el mes, correspondiendo a 9,4mm por un período de 24-horas.

**Tabla 11. Lluvia, enero - diciembre 2003**

Mes	Total lluvia (mm/mes)	$\bar{x}$ lluvia (mm/24hrs)*
Enero	677,4	21,9
Febrero	125,6	4,5
Marzo	86,2	2,8
Abril	317	10,6
Mayo	987,7	31,9
Junio	407,3	13,6
Julio	721,6	23,3
Agosto	675,2	21,8
Setiembre	282,4	9,4
Octubre	331,4	10,7
Noviembre	584,8	19,5
Diciembre	1219,2	39,3

\* Datos de 48 horas para 17-18 de mayo, 7-8 de junio, 17-18 de diciembre

### 3.6.2 Temperatura del aire

Mayo y octubre tuvieron las temperaturas de aire mínimas más altas (25,3°C) y diciembre fue el mes más frío (23,3°C) del 2003.

**Tabla 12. Temperatura del aire, enero - diciembre 2003**

Mes	$\bar{x}$ mínimo temp. (°C) *	$\bar{x}$ máximo temp. (°C) *
Enero	23,7	28,2
Febrero	24,9	31,0
Marzo	25,8	32,8
Abril	24,1	32,3
Mayo	25,3	31,2
Junio	24,8	30,7
Julio	24,8	30,0
Agosto	24,7	30,4
Setiembre	25,1	31,8
Octubre	25,3	30,2
Noviembre	24,7	29,5
Diciembre	23,3	28,6

\*No hay datos para el 17 y 31 de mayo, 17 de junio, 5 de julio, 29 de agosto, 6 y 11 de setiembre, 31 de octubre, 3 y 17 de diciembre

### 3.6.3 Temperatura de arena

Los promedios de la temperatura de arena, fue calculado de los datos recolectados por los medidores cada hora, se muestran en la Tabla 13. Sobre el curso del año, fallaron varios medidores, probablemente por altos niveles de humedad. Estos fueron reemplazados con un medidor de diferente estilo protegido por un estuche resistente al agua.

Las temperaturas a todas las profundidades, fueron mayores en la zona abierta y más bajas en la zona de vegetación (Ver Tabla 13). El mes con el promedio de la temperatura de arena más alto, a todas las profundidades, fue setiembre, el cual también fue el más seco del Programa (Ver Tabla 11). Agosto (el mes más lluvioso del Programa) todavía mostraba elevadas temperaturas de arena, sobre los 25°C en todas las profundidades y en todas las zonas.

Las Figuras 8a, 8b y 8c ilustran el promedio de temperatura de arena para los meses del Programa de Tortuga Verde 2003 (mediados de junio a finales de noviembre), en la zona abierta, borde y vegetación respectivamente. Sólo está incluida la información recolectada a una profundidad de 70cm, la cual corresponde al promedio de profundidad de un nido de tortuga verde. Un patrón similar fue observado para las tres zonas de playa, con una baja en las temperaturas de arena hacia finales de julio, y con un pico en setiembre. Sin embargo, está claro que hubo mucha más variación en las temperaturas de arena en zona abierta (que no recibió sombra) que en las zonas de borde y vegetación (las que estaban parcialmente y totalmente sombreadas con vegetación, respectivamente). En la zona abierta dos cosas fueron aparentes; el rango de temperaturas registrado fue mayor, entre 26 - 31°C, y también se registraron temperaturas altas, muchas veces sobre los 30°C. En las zonas de borde y

vegetación, las temperaturas fueron más bajas y menos variables, con un rango de 25 - 29°C durante la temporada.

**Tabla 13. Promedios mensuales de temperatura de arena**

Zona Profundidad(cm)	Abierta $\bar{x}$ temp (°C)			Borde $\bar{x}$ temp (°C)			Vegetación $\bar{x}$ temp (°C)		
	30	50 <sup>a</sup>	70	30	50 <sup>b</sup>	70	30 <sup>c</sup>	50 <sup>d</sup>	70 <sup>e</sup>
Enero	27,5	FAIL	27,4	FAIL	26,5	26,5	24,7	FAIL	25,5
Febrero	30,4	FAIL	28,5	FAIL	27,0	26,6	25,6	FAIL	25,4
Marzo	32,0	FAIL	30,6	FAIL	28,5	28,1	FAIL	FAIL	27,0
Recup. Profund. (cm) 6 marzo Profundidad (cm)					48	65	23	43	63
				30	50	70	30	50	70
Abril	32,2	FAIL	31,1	FAIL	28,3	28,2	FAIL	FAIL	27,4
Mayo	29,1	FAIL	29,1	FAIL	27,4	27,5	FAIL	FAIL	26,5
Junio	30,6	FAIL	29,9	FAIL	28,2	28	FAIL	FAIL	26,8
Recup. Profund. (cm) 20 junio Profundidad (cm)	31	51	76		41	68			68
	30	50	70	30	50	70	30	50	70
Julio	28,7	28,9	28,7	FAIL	27,1	27,6	25,8	FAIL	26,4
Agosto	30,3	29,5	28,8	FAIL	27,0	27,1	25,8	FAIL	26,1
Setiembre	32,0	31,7	30,8	FAIL	FAIL	28,5	FAIL	FAIL	27,2
Recup. Profund. (cm) 8 set. Profundidad (cm)	11,5	36	62,5		49	67	36	47	59,5
	30	50	70	30	50	70	30	50	70
Octubre	30,9	31,0	30,5	FAIL	FAIL	28,7	FAIL	26,5	27,3
Noviembre	28,9	29,2	28,9	FAIL	FAIL	27,7	FAIL	25,7	26,5
Recup. Profund. (cm) 30 nov.	34	47	66			64		24	73

<sup>a</sup> Datos del 20 de junio en adelante

<sup>b</sup> Datos del 1 de ene - 4 de sep

<sup>c</sup> No hay datos para el 6 de marzo - 19 de junio, 9 de set - 31 de dic

<sup>d</sup> Datos del 20 de junio - 22 de julio, 8 de set - 30 de nov

<sup>e</sup> No hay datos para el 19 de junio

### 3.6.4 Nivel de agua en el suelo

Los niveles de agua no mostraron cambios detectables durante la temporada.

## 3.7 Datos de Impacto Humano

### 3.7.1 Visitantes a Tortuguero

El número de visitantes que pagaron su entrada al Centro de Historia Natural y Visitantes de la CCC en Tortuguero se muestra en la Tabla 14. Ha habido continuo incremento en el número de gente visitando el centro en los últimos tres años, de 22.605 en 2001 a 29.103 en 2003. Hay un patrón anual similar de visitación para los últimos tres años, con números elevándose en febrero y marzo, antes de bajar drásticamente en mayo y junio. Luego, hay un pico en agosto seguido de meses bajos hasta noviembre, cuando los números se incrementan nuevamente. Desde el 2001, el pico de visitación ha ocurrido en agosto, con un promedio de 125 visitantes por día a lo largo de agosto en el 2003.

**Tabla 14. Número de visitantes al Centro de Historia Natural y Visitantes de la CCC**

Mes	2001		2002		2003	
	Total	$\bar{x}$ Por Día	Total	$\bar{x}$ Por Día	Total	$\bar{x}$ Por Día
Enero	1846	60	1756	57	2220	72
Febrero	2277	81	2108	75	2855	102
Marzo	2301	74	2581	83	2921	94
Abril	2002	67	1738	58	2591	86
Mayo	1208	39	1239	40	1410	45
Junio	1334	44	1463	49	1575	53
Julio	2720	88	2673	86	3272	106
Agosto	2858	92	3419	110	3864	125
Setiembre	1440	48	2043	68	1779	59
Octubre	1597	52	2104	68	1791	58
Noviembre	1550	52	2276	76	2453	82
Diciembre	1472	47	2124	69	2372	77
<b>TOTAL</b>	<b>22605</b>	<b>62</b>	<b>25524</b>	<b>70</b>	<b>29103</b>	<b>80</b>

El número de visitantes entrando al Parque Nacional Tortuguero, ambos extranjeros y nacionales, continua en incremento, alcanzando 67.669 visitantes hacia finales del 2003, un incremento de 17,000 personas desde el 2002 (Ver Tabla 15). En el 2003, los ingresos generados de entradas al PNT y Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado, totalizó ₡143.715.204 (~ US\$335.000). Es interesante anotar que la visitación al Refugio de Vida Silvestre Barra del Colorado ha declinado dramáticamente desde 1998, de 2.,000 visitantes a menos de 400 en el 2003 (Ver Tabla 15).

**Tabla 15. Número de visitantes que pagaron entrada al Parque Nacional Tortuguero**

Año	Parque Nacional Tortuguero			Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado Total Visitantes	Parque Nacional Tortuguero y Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado Total Ingresos Generados
	CR Visitantes	Extranjeros Visitantes	Total Visitantes		
1996	1.287	7.766	9.053		
1997	2.274	10.757	13.031		
1998	4.284	12.550	16.834	23.256	₡23.990.280
1999	5.767	32.863	38.630	3.650	₡69.641.550
2000	5.543	36.354	41.897	2.639	₡71.409.282
2001	6.175	39.057	45.232	2.941	₡76.556.437
2002	5.745	44.594	50.339	3.999	₡98.495.745
2003	8.643	59.026	67.669	386	₡143.715.204

### 3.7.2 Capacidad de hoteles y cabinas

El número de hoteles y cabinas disponibles en Tortuguero continuó creciendo en el 2003, y ahora existen alrededor de 500 cuartos de alquiler en el pueblo y alrededores, resultando en un total de 1169 camas. Aproximadamente, el 75% de la capacidad está en los hoteles y lodges más grandes, comparado con las cabinas pequeñas del pueblo (Ver Tabla 16).

**Tabla 16. Capacidad de habitaciones y camas de los hoteles y cabinas en el área de Tortuguero**

Hoteles/Lodges	Habitaciones	Camas	Cabinas	Habitaciones	Camas
Caribe	3	5	Rankin Lodge	6	22
Evergreen	20	43	Aracari	10	24
Hotel Vista del Mar	20	40	Casa Marbella	4	11
Ilan-Ilan	24	54	La Casona	-	-
Jungle	46	94	Chanu	5	17
Laguna	82	170	Ella y Yo	3	5
El Manati	10	20	Joruki	9	20
Mawamba	54	140	Meryscar	20	45
Pachira	60	124	Ms Miriam	14	42
Samoa Lodge*	19	44	Miss Junnie Hotel	12	30
Tortuga	26	60	Pisulin/Tropical Lodge**	6	12
Turtle Beach Lodge	18	39	Pancana***	-	-
			Sabina	27	58
			Tortuguero	7	18
			(CCC)	7	32)
<i>Total – Hoteles</i>	<i>382</i>	<i>833</i>	<i>Total – Cabinas</i>	<i>130</i>	<i>336</i>
			<b>TOTAL</b>	<b>512</b>	<b>1169</b>

\* Previamente Caribbean Magic

\*\* Reabrirá a principios del 2004

\*\*\* Habitaciones alquiladas a largo plazo a residentes del pueblo en vez de turistas

### 3.7.3 Caminatas de tortuga

Un total de 32.854 turistas pagaron por una caminata guiada de tortuga durante la temporada oficial de desove, que va de marzo hasta finales de octubre (Ver Tabla 17). El pico de visitación turística coincidió con el pico de anidación de tortugas verdes en agosto (Ver Tabla 17 y Figura 1). Casi el doble de turistas usaron la playa pública, al norte de milla 3 3/8, que la playa dentro del parque nacional; 20.907 turistas comparado a 11.947 turistas respectivamente. El valor del “noche guías” ilustra el número de guías que recibieron permisos cada mes.

**Tabla 17. Número de turistas que pagaron por una caminata de observación de tortuga**

Mes	Playa pública (milla -3/8 a 3 3/8)	Parque (milla 3 3/8 a 5)	Total	Noche guías
Marzo	46	39	85	16
Abril	107	99	206	38
Mayo	462	357	819	117
Junio	1521	520	2041	306
Julio	5491	3350	8841	1107
Agosto	5845	4701	10546	1252
Setiembre	4254	1867	6121	805
Octubre	3181	1014	4195	541
Noviembre	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>20907</b>	<b>11947</b>	<b>32854</b>	<b>4182</b>

Datos de ACTo

### 3.7.4 Luces artificiales

Se realizaron cinco censos de luces durante el Programa de Tortuga Verde 2003, una vez al mes desde junio a octubre (Tabla 18).

**Tabla 18. Resultados de censo de luces, realizados entre la desembocadura del Río Tortuguero y la Milla 5**

Milla	Fuente de Luz	Localización de luz		Meses registrados durante censo de luces				
		Lado playa	Lado río	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct
6/8	Tortuga Lodge		X	X		X	X	
1 1/8	Casa		X		X		X	
1 2/8	Cabinas	X		X	X	X	X	
1 3/8	Laguna Lodge	X		X	X	X	X	X
1 4/8	Laguna Lodge	X		X	X	X	X	X
2 3/8	Mawamba Lodge	X		X	X	X	X	X
2 4/8	Estación CCC	X			X	X	X	X
2 5/8	Estación CCC	X		X	X	X	X	X
2 6/8	Casas y luces de la calle	X			X	X	X	X
2 7/8	Casas y luces de la calle	X			X	X	X	X
3	Casas y luces de la calle	X		X	X	X	X	X
3 1/8	Casas y luces de la calle	X		X	X	X	X	X
3 2/8	Casas y luces de la calle	X		X	X	X	X	X
3 3/8	Casas y luces de la calle	X				X		

La mayoría de las luces visibles desde la playa son de casas y luces de la calle en el pueblo de Tortuguero, entre millas 2 6/8 - 3 3/8 (Ver Tabla 18). Sin embargo, numerosas luces de cabinas, lodges, casas y de la estación de la CCC, que están al norte del pueblo, también son visibles (Ver Tabla 18). La mayoría de luces estaban localizadas en el lado del río de la playa, aunque las de Tortuga Lodge son visibles desde el otro lado del río.

### 3.7.5 Orientación de neonatos

En total de 27 nidos no perturbados fueron incluidos en el estudio de orientación de neonatos realizado en el 2003 (Ver Tabla 19). Un promedio de 60 rastros de neonatos fueron calculados por nido, aunque debe notarse que siempre fue difícil distinguir con certeza los rastros de cada individuo, de manera que este dato debe tomarse como un número mínimo.

**Tabla 19. Resultados de estudios de orientación de neonatos de tortugas verdes**

Destino nido	n	No. rastros de neonatos $\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango angular (°) $\bar{x} \pm D.E.S.$	Rango angular incluyendo extremos (°) $\bar{x} \pm D.E.S.$	No. dando círculos $\bar{x} \pm D.E.S.$
No perturbados	27	60 ± 14	37 ± 11	50 ± 14	0,04 ± 0,20

El rango angular de los rastros de neonatos fue  $37^\circ \pm 11^\circ$ , pero con extremos incluidos en el análisis, el rango se incrementó a  $50^\circ \pm 14^\circ$  (Ver Tabla 19). Se observaron muy pocos neonatos desorientados, menos de uno “dando círculos” fue observado por nido. Los neonatos fueron clasificados como “dando círculos” (y como resultado, desorientados) si el

rastros no se dirigía directamente al mar, pero hizo uno o más círculos. A veces, los neonatos desorientados continuaron al mar, otras veces, sus rastros iban hacia la vegetación, detrás de la playa.

### **3.8 Actividades de Educación Ambiental**

Se realizaron varias actividades con estudiantes de 4<sup>to</sup>, 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> grado durante el Programa de Tortuga Verde 2003. Esto incluyó “Día de la Actividad de la Tortuga” realizado en la estación de la CCC, el 21 de agosto 2003. Fue coordinado por los asistentes de investigación y un grupo de participantes de la Universidad de Carolina del Norte, en el cual se incorporó una variedad de actividades relacionadas con la biología de las tortugas marinas y el trabajo de la CCC en Tortuguero. Otro evento fue enfocado hacia la importancia del reciclaje - seguido de una sesión de limpieza del pueblo con los estudiantes, las latas de aluminio recolectadas fueron usadas para hacer manijas de bolsas de basura para la escuela. También se dieron varias presentaciones de diapositivas sobre la historia de la CCC en Tortuguero para grupos de estudiantes y otros visitantes a la estación de la CCC.

## **4. DISCUSION**

### **4.1 Censo de Rastros**

#### *4.1.1 Tortugas verdes*

Se observó anidación de tortugas verdes desde marzo a diciembre, con la mayoría de nidos registrados entre el 15 de junio y el 31 de octubre (Figura 1). Los nidos de tortuga verde registrados durante censos de rastros antes del 15 de junio y después del 1 de noviembre, sólo representaron el 0,5% de todos los nidos registrados en el 2003.

Como se observó en años previos, el porcentaje de nidos de tortuga verde depositados en la cinco millas de playa más hacia el norte, entre la boca del Río Tortuguero y el marcador de milla 5, en donde ocurrió la mayoría de los patrullajes nocturnos, fue relativamente pequeño, solo el 13,7% de todos los nidos registrados durante los censos de rastros (Figura 2).

El saqueo de tortugas verdes anidadoras fue registrado durante los censos de rastros en mayo, julio, setiembre y octubre (Ver Figura 3). La mayoría de estas tortugas fueron tomadas dentro de los límites del Parque Nacional Tortuguero. Los guardaparques recibieron un cuadraciclo nuevo al inicio de la temporada, el cual dio más eficiencia a sus patrullajes de playa. Un incremento en estos patrullajes resultó en el arresto de once saqueadores dentro de un período de 10 días, los cuales se espera, hayan sido denunciados bajo la nueva ley más estricta de tortugas marinas que entró en vigencia en noviembre del 2002.

Los censos de rastros revelaron que 16 tortugas verdes fueron matadas por jaguar (Ver Figura 4), de mayo - noviembre. Avistamientos fueron reportados en varias ocasiones durante la temporada; Enrique Vargas (contador de rastros) encontró un jaguar cerca de una tortuga muerta, y durante dos noches en setiembre, los investigadores vieron jaguares en la playa dentro del parque. Por lo tanto, pareciera que la población de jaguares dentro del Parque Nacional es saludable y continuamente incorpora a tortugas verdes dentro de su

dieta. Un estudio profundo de la relación entre jaguares y tortugas verdes, enfatizará el impacto que esta depredación podría tener en la población anidadora.

#### *4.1.2 Tortugas carey*

La densidad de anidación de tortugas carey identificada en los censos de rastros semanales fue baja, casi siempre menos de un nido registrado por noche (Ver Figura 5), aunque esto fue comparable a lo observado en años recientes (Harrison *et al.*, 2003). La anidación fue temporalmente dispersa, con nidos registrados desde abril - octubre, aunque se distinguió un pico de anidación a principios de mayo (Ver Figura 5).

Con números tan bajos de hembras de tortuga carey anidando en Tortuguero 2003, fue muy desafortunado haber registrado una tortuga carey que fue depredada por un jaguar, y aún más triste, que los restos, sin duda por el caparazón, fueron robados por saqueadores.

#### *4.1.3 Tortugas baulas*

Se puede encontrar una discusión comprensiva sobre las tendencias de anidación de la tortuga baula en Tortuguero 2003 en Harrison *et al.* (2003).

### **4.2 Marcaje de Tortugas Marinas**

#### *4.2.1 Tortugas verdes*

La meta de marcar 1.000 tortugas verdes nuevas, se logró bastante tarde en el Programa de Tortuga Verde 2003, debido a la eficiencia de marcaje relativamente baja en las cinco millas de playa más hacia el norte, cerca de la estación, donde se realizó la mayoría de los patrullajes nocturnos. La meta se alcanzó primordialmente como resultado de patrullajes adicionales realizados entre millas 5-8 en setiembre, un área del parque con alta anidación de tortuga verde y con pocos individuos marcados previamente.

La presencia de tortugas marcadas en otros proyectos es siempre emocionante, y fue interesante encontrar otra tortuga verde que había sido marcada originalmente en Isla Mujeres, México. Este es el segundo año consecutivo que tortugas de este proyecto han anidado en Tortuguero (Harrison *et al.*, 2003 b). Además, las dos tortugas con marcas de la Reserva Pacuare también son interesantes, ya que este proyecto está en otra playa de anidación, y no en el agua, por lo tanto estos individuos están usando más de una playa de anidación. No hay mayores detalles de Pacuare, si las tortugas fueron encontradas anidando o durante una media-luna. La implementación de la base de datos regional para la costa del Caribe, la cual se ha iniciado por todos los proyectos de tortugas relevantes trabajando en el área, facilitaría grandemente la transferencia de este tipo de información.

El promedio de pérdida de marcas fue bajo (2,5%), pero hubo una variación considerable entre los investigadores, de 0 - 20%. Esto apunta a la necesidad de una capacitación completa en la aplicación de marcas cuando investigadores nuevos llegan, para minimizar la pérdida. La variabilidad entre meses también fue evidente, con julio y setiembre mostrando una pérdida de marcas más alta que junio, agosto u octubre. Estas diferencias son explicables por el hecho de que la práctica de marcaje mejora con el tiempo, y los

investigadores mejoran su capacidad a medida que avanza la temporada; las marcas son posicionadas mejor, y por lo tanto la pérdida es menos probable.

#### 4.2.2 *Tortugas carey*

El Programa de Tortuga Verde 2003 registró un número mayor de encuentros con tortugas carey (16) que en el 2002; de hecho el primer encuentro del Programa, fue una carey. Hubo varias semanas en julio y agosto, en que numerosas carey fueron encontradas, y el 3 de agosto, dos individuos fueron registrados en la misma noche (Ver Apéndice 1). Lo que fue muy estimulante observar, drásticamente contrario a años recientes, es que de los doce individuos encontrados, cuatro tenían marcas de años anteriores, sugiriendo que la sobrevivencia del adulto puede estar mejorando una vez que se dispersan de la playa de anidación. Además, cuatro tortugas fueron observadas en más de una ocasión durante la temporada.

#### 4.2.3 *Tortugas baulas*

Harrison *et al.* (2003) incluye una revisión detallada del marcaje de tortugas baulas en Tortuguero, durante el 2003.

### 4.3 Datos Biométricos

#### 4.3.1 *Tortugas verdes*

El promedio de las medidas de caparazón de hembras previamente marcadas fue mayor que la de los individuos nuevos, ambos con o sin evidencia de marcas anteriores (Ver Tabla 2). Para ambos asistentes de investigación y participantes, la precisión de las medidas de caparazón fue alta, varió menos del 0.3m en un encuentro. Cuando la misma tortuga se encontró en más de una ocasión, el CCLmin fue menos preciso que el SCLmax. Esto puede resultar de la gran variación individual al posicionar la cinta métrica en donde la piel encuentra el caparazón por el nudo de la nuca, a la hora de tomar las medidas del CCLmin. Además, el nuevo estilo de los calibradores comprados para el Programa de Tortuga Verde 2003, son más fáciles de usar y mejoraron la precisión de las medidas del SCLmax, comparado a años anteriores (Harrison *et al.*, 2003).

Los participantes mostraron una precisión levemente menor que los investigadores, para ambos las medidas de CCLmin y SCLmax. Es importante por ello, asegurar que todos, especialmente los participantes, reciban un entrenamiento adecuado antes de trabajar con una tortuga, y una supervisión apropiada en la playa, para mejorar la exactitud de los datos recolectados.

#### 4.3.2 *Tortugas carey*

Las tortugas carey nuevas eran más grandes que las marcadas previamente, lo cual es totalmente opuesto a la situación encontrada con las tortugas verdes. La precisión de las medidas del CCLmin fue igual que para las tortugas verdes, pero las medidas del SCLmax de carey fueron levemente menos precisas que para las tortugas verdes, lo cual puede haber resultado, si las medidas fueron tomadas cuando la tortuga estaba retornando al mar.

### 4.3.3 Tortugas baulas

Harrison *et al.* (2003) contiene una discusión completa sobre la recolección de datos biométricos de tortugas baulas en Tortuguero, en el 2003.

## 4.4 Presencia de Fibropapiloma

### 4.4.1 Tortugas verdes

La incidencia de fibropapiloma fue muy baja en el 2003 (0,8%); solo dos hembras fueron encontradas con tumores, de 238 individuos que fueron examinados. Todas las tortugas verdes que fueron encontradas, se les examina por anomalías, y cualquier tumor es registrada. Desafortunadamente, no ha sido realizado un estudio detallado sobre la presencia de fibropapiloma para la población de Tortuguero, este tipo de investigación sería extremadamente valioso y debe considerarse su inclusión en futuros Programas de Tortuga Verde.

## 4.5 Determinación de Sobrevivencia de Nidos y Exito de Eclosión

### 4.5.1 Tortugas verdes

El promedio de éxito de eclosión y de emergencia, fue dentro del rango observado durante años recientes, cerca del 68% (Ver Tabla 8b). La depredación fue la amenaza más grande para los nidos de tortuga verde, tanto de depredadores naturales como el coatis, o de depredadores introducidos, como los perros (Ver Tabla 7). La perturbación de nidos por perros prevaleció particularmente hacia el final de la temporada de anidación, cuando la mayoría de nidos estaban eclosionando. Los investigadores frecuentemente encontraron grupos de perros en la playa en la mañana, buscando o excavando nidos de tortuga verde. El gran número de perros sin dueños en el pueblo de Tortuguero, es potencialmente una amenaza grave para ambos nidos y neonatos, y esto necesita ser solucionado, con el apoyo del personal del Parque Nacional. Un programa regular de castración podría ser una solución posible para reducir este problema en particular. En agosto, muchos perros fueron envenenados deliberadamente, y un número pequeño fue destruido en un incidente similar más tarde durante la temporada.

Pocos nidos marcados fueron saqueados (Ver Tabla 7), aunque esto pueda ocultar los niveles reales de saqueo de nidos de tortuga verde en la playa (Ver Apéndice 3). Todos los nidos marcados que fueron saqueados estaban fuera de los límites del Parque Nacional, y cerca del pueblo y otras áreas accesibles, como la pista de aterrizaje (Ver Figura 7).

En contraste completo al 2002, un número muy pequeño de nidos fueron arrasados por mareas altas. Durante la mayor parte de la temporada, la playa sufría poco de erosión. Los niveles de agua en el suelo tampoco fueron altos, así que no se observaron nidos inundados.

Se observó muy poca diferencia entre el conteo de huevos al momento de oviposición y cuando el nido fue excavado, una diferencia promedio de 1,7 huevos fue registrada, aunque el rango fue muy grande. Se debe cuidar que todo el personal que cuenta los huevos conozca la diferencia entre huevos con yema y sin yema, para evitar confusión. Otro factor que ayuda a reducir los conteos errados es asegurar que el conteo se inicia cuando la

oviposición comienza, y no a la mitad cuando es difícil observar todos los huevos que han sido depositados. Cuando se excava los nidos es importante remover los huevos con interferencia mínima, para evitar deshacer cáscaras. Esto lleva a una representación falsa del número de huevos eclosionados, ya que solo el 50% o más de un huevo se cuenta.

El promedio de profundidad de los nidos de tortuga verde, fue similar al observado en años previos, y el período promedio de incubación estuvo también dentro del rango normal.

La frecuencia de albinismo, gemelos o embriones deformes fue baja en los nidos excavados (Ver Tabla 9), comparado a años recientes. Cualquier incremento detectable en este tipo de defectos, debe ser monitoreado cuidadosamente, ya que puedan indicar cambios en la toxicidad química del océano, o de la playa.

#### *4.5.2 Tortugas carey*

Una buena proporción de las carey observadas, fueron encontradas antes de anidar, de manera que las nidadas fueron contadas y los nidos monitoreados. El número promedio de huevos por nidada fue considerablemente mayor que en el de las tortugas verdes (Ver Tablas 8b y 10), y los nidos de carey tomaron más tiempo para incubarse. El éxito de eclosión y de emergencia fueron similares para ambas especies, aunque si se considera solamente los nidos no perturbados, las carey fueron mucho más exitosas (Ver Tablas 8b y 10). La depredación, por hormigas y humanos, fue la única causa de pérdida de nidos de carey.

#### *4.5.3 Tortugas baulas*

No se marcó ningún nido de baula durante el Programa de Tortuga Verde 2003, sin embargo, una revisión detallada sobre la sobrevivencia y éxito de eclosión de tortugas baulas puede encontrarse en Harrison *et al.* (2003).

### **4.6 Datos Físicos**

#### *4.6.1 Lluvia*

Como fue observado en el 2002, mayo fue el mes más lluvioso del año, y esto puede haber impactado negativamente los nidos de baula depositados en el momento. Sin embargo, durante el Programa de Tortuga Verde 2003, julio y agosto fueron los meses con más lluvia (Ver Tablas 11 y 13). Esto parece no haber tenido efecto significativo sobre el destino de los nidos de tortuga verde, aunque debe haber habido una reducción asociada en la temperatura de arena, resultando en impacto sobre el tiempo de desarrollo.

#### *4.6.2 Temperatura del aire*

A pesar de la lluvia en mayo, el promedio mensual de la temperatura del aire permaneció alto, aunque en julio y agosto cuando los niveles altos de lluvia fueron registrados, hubo un impacto sobre la temperatura del aire.

#### *4.6.3 Temperatura de arena*

Se encontraron varios problemas debido al fallo de los medidores (Ver Tabla 15), y por eso, la información estuvo incompleta para todas las zonas en cada profundidad. Además de esto,

las lluvias fuertes experimentadas en mayo, julio y agosto, resultaron en bajas temperaturas de arena.

Se espera que el reemplazo de los viejos medidores por el modelo TidBit (Onset Computer Corp.) que tiene estuche protector, reducirá los efectos de las condiciones ambientales extremas encontradas en la playa.

#### *4.6.4 Nivel de agua en el suelo*

El nivel de agua en el suelo no fue detectable en los tubos muy a menudo, sugiriendo que no habría impacto en los nidos de tortuga verde. Sin embargo, este resultado podría ser en parte debido a la localización de los tubos en la playa, y sugiere que deben ser movidos a un área con inclinación en años futuros.

### **4.7 Datos de Impacto Humano**

#### *4.7.1 Visitantes a Tortuguero*

La tendencia que se ha visto en los últimos años, que un gran incremento en el número de visitantes que anualmente vienen al Parque Nacional Tortuguero y al centro de visitantes de la CCC, continuó en el 2003 (Ver Tablas 16 y 17). Los ingresos generados por entradas al parque (~ US\$335.000), es sustancial. Desafortunadamente, este dinero no permanece dentro del Área de Conservación Tortuguero, y por ello, no está disponible para ayudar a financiar al Parque Nacional. Además, el crecimiento continuo del turismo debe ser regulado para limitar los impactos negativos sobre los recursos naturales, que crea el flujo del gran número de personas.

#### *4.7.2 Capacidad de hoteles y cabinas*

La capacidad de los lodges, hoteles y cabinas locales, se incrementó en el 2003, y Tortuguero ahora puede acomodar a más de 1.000 visitantes en cualquier momento. Durante el Programa de Tortuga Verde 2003, muchos de los grandes hoteles se están expandiendo, lo cual incrementará probablemente aún más la capacidad de acomodación el próximo año, una vez de que estos proyectos se hayan terminado. Nuevamente, el crecimiento en la capacidad debe ser monitoreado, para que los beneficios económicos del turismo a la comunidad, no sean negados por problemas asociados al incremento en el volumen de visitantes.

#### *4.7.3 Caminatas de tortuga*

La popularidad de las caminatas de tortuga en Tortuguero continuó creciendo en el 2003, con casi 33.000 visitantes participando en caminatas guiadas en la playa (Ver Tabla 17). Casi el 60% de los permisos fueron extendidos en julio y agosto, y coinciden con el pico de anidación de la tortuga verde (Figura 1). Se encontraron muchas dificultades durante el Programa de Tortuga Verde 2003, con respecto al sistema de guía de las caminatas de tortuga. Principalmente, estos problemas estaban relacionados con la manera en que los permisos eran extendidos a los guías cada día. Al principio de la temporada, el sistema era el que se ha tenido por varios años, se exhibía una lista a las 6:00am cada mañana, y el guía que quería permisos, podía escribir su nombre. A las 5:00pm los guías iban al puesto principal del Parque Nacional para obtener su permiso. Debido a que había un número

limitado de permisos extendidos por día, los guías empezaron a llegar muy temprano a esperar la exhibición de la lista en el kiosco de información en el centro del pueblo. Durante varias semanas los guías empezaron a venir cada vez más temprano, hasta que en agosto, mucha gente dormía en el kiosco, para ganarse un lugar en la lista. La situación muy pronto se tornó inaceptable para el personal del Parque Nacional, y se dio un cambio en el sistema. Con el nuevo sistema, los guías fueron al puesto de Cuatro Esquinas cada día a las 5.00pm y había una lotería para entregar los permisos. Esto no fue visto como una solución permanente al problema, y se realizaron varias reuniones entre la asociación de guías y el personal del ACTo, para discutir soluciones alternas, que esperamos puedan implementarse durante la temporada de tortuga verde del 2004.

#### *4.7.4 Luces artificiales*

Muchas luces son todavía visibles desde la playa, principalmente luces de la calle y de casas en el pueblo, aunque también hay luces de varios de los hoteles grandes al norte de la estación de la CCC, que pueden ser vistas (Ver Tabla 18). Desafortunadamente, los reflectores de muchas de las luces de la calle cerca de la playa, que habían sido instaladas por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en el 2002, se habían perdido o habían sido removidas antes del inicio del Programa de Tortuga Verde 2003; creando una vez más, un asunto de contaminación de luz en la playa, frente al pueblo. Es importante que la CCC dé un buen ejemplo y cobra todas las luces en la estación que aún son visibles, antes del inicio de la temporada de desove del 2004. Los dueños de hoteles, tanto de lodges como cabinas más pequeñas en el pueblo, deben ser contactados con información sobre las luces visibles desde sus propios establecimientos. Además, se debe implementar un programa de concientización en la comunidad para informar a los dueños de casa, sobre el problema causado a las tortugas anidadoras, por la contaminación de luz en la playa.

#### *4.7.5 Orientación de neonatos*

Se incluyó un número limitado de nidos en el estudio de orientación de neonatos (Ver Tabla 19), sin embargo, solo un número muy pequeño de neonatos desorientados fue registrado lo que significa que hay muy poco impacto de las luces del pueblo.

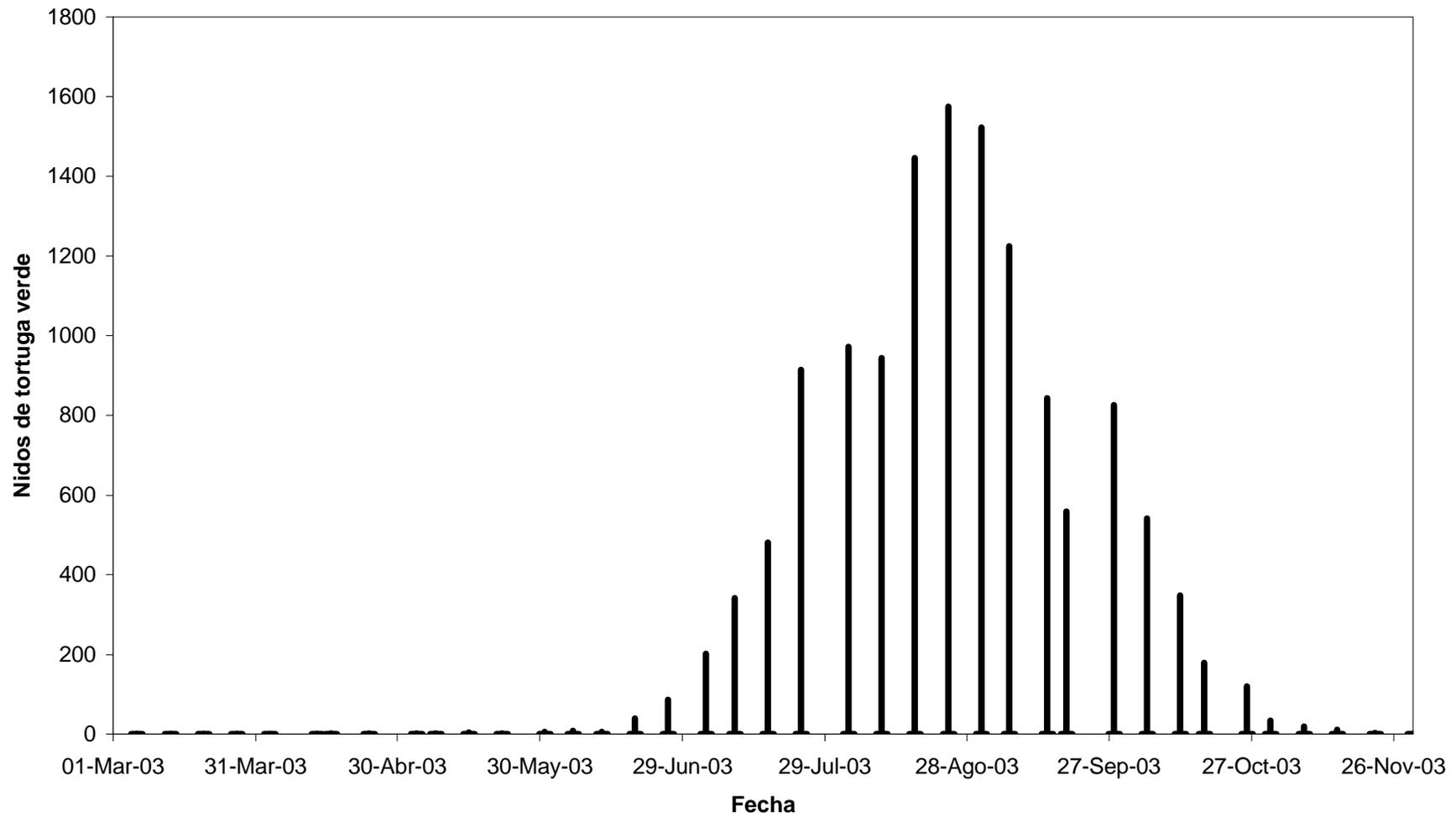
### **4.8 Actividades de Educación Ambiental**

El programa de actividades de educación ambiental con la escuela de Tortuguero fue instigado en el 2003, y por lo tanto, hubo problemas inevitables que siempre se dan con la introducción de un sistema nuevo. Esto incluyó comunicación limitada con el director de la escuela, quien vive fuera del pueblo, y la agenda un poco errática de la escuela, la cual podía cambiar sin previo aviso, antes de nuestras visitas planificadas. La implementación de una sesión semanal más estructurada, y planificada al inicio de la temporada, ayudaría a aliviar tales problemas en el futuro. En futuros programas, se debe considerar la extensión del ámbito de estas actividades para incorporar sesiones con estudiantes del colegio, y de grados menores. Una serie de lecciones más enfocada a la biología de tortugas marinas, la teoría de conservación y principios generales de biología y ecología, sería muy beneficioso.

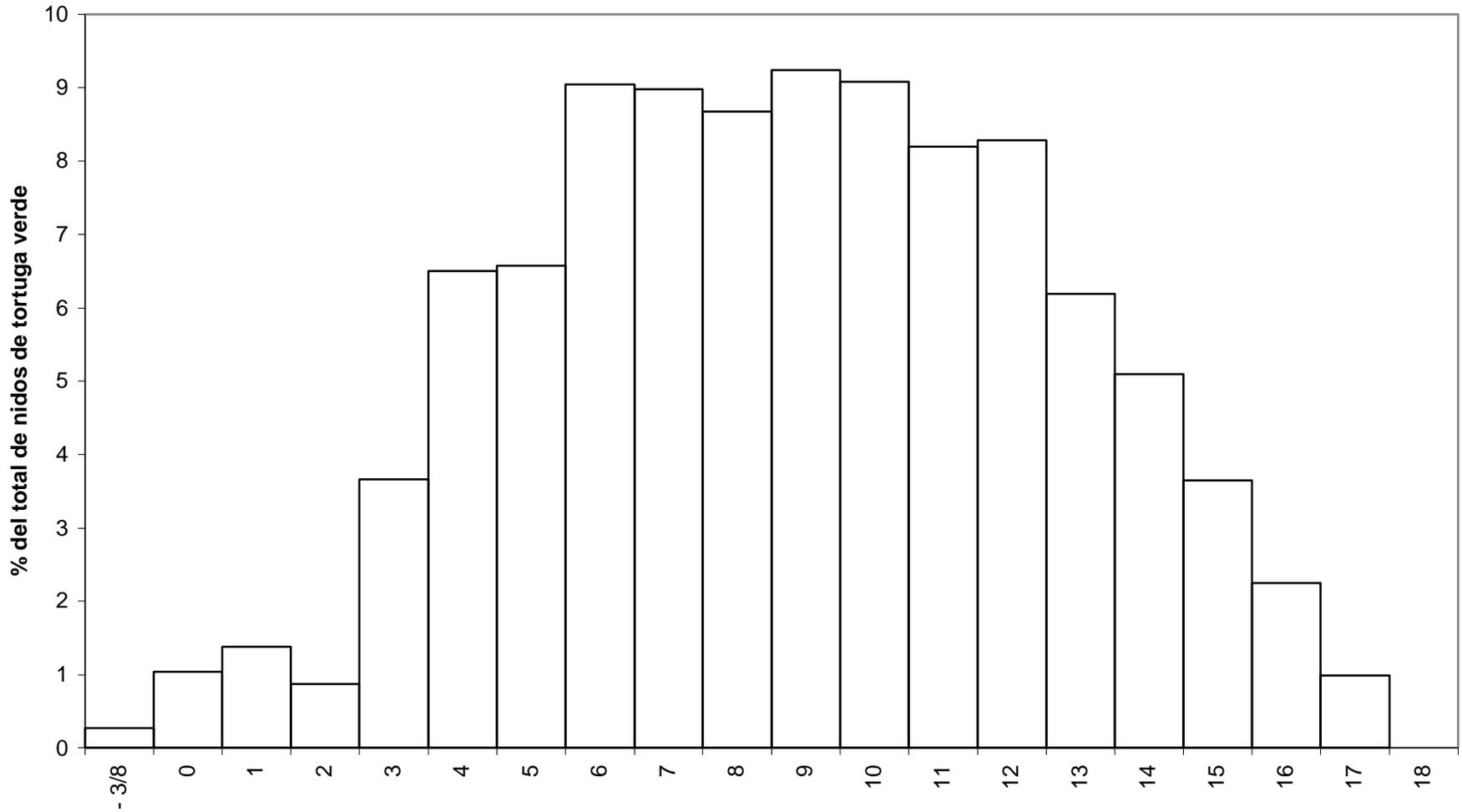
## 5. REFERENCIAS

- Bjorndal, K.A., Wetherall, J.A., Bolten, A.B., Mortimer, J.A. 1999. Twenty-six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: An encouraging trend. *Conservation Biology* 13(1), 126-134.
- Carr, A., Carr, M.H., Meylan, A.B. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 162, 1-46.
- Harrison, E., Troëng, S., Bradshaw, P., de Haro, A., Mera, Y., Stellmacher, T., Sturt, M., Zuñiga, E., Márquez, P., Cruz, L., Vargas, E. 2003. Reporte Programa de Tortuga Baula 2003 Tortuguero, Costa Rica. Reporte no-publicado presentado a la Caribbean Conservation Corporation, el Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica y WWF-Suecia. 29 pp.
- Harrison, E., Troëng, S., Nolasco, D., Crispin, D., Matthews, C., Padidar, K., Gaos, A., Towers, R., Jiménez, D., Debade, X., Paxton, M., Sawyer, T., Gutiérrez, A., Garzón, J.C., Machado, J., Yañez, I., Díaz, A., Redondo, A. 2003 b. Reporte Programa de Tortuga Verde 2002 Tortuguero, Costa Rica. Reporte no-publicado presentado a la Caribbean Conservation Corporation, el Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica. 55 pp.
- Troëng, S., Rankin, E. En prensa. Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation*

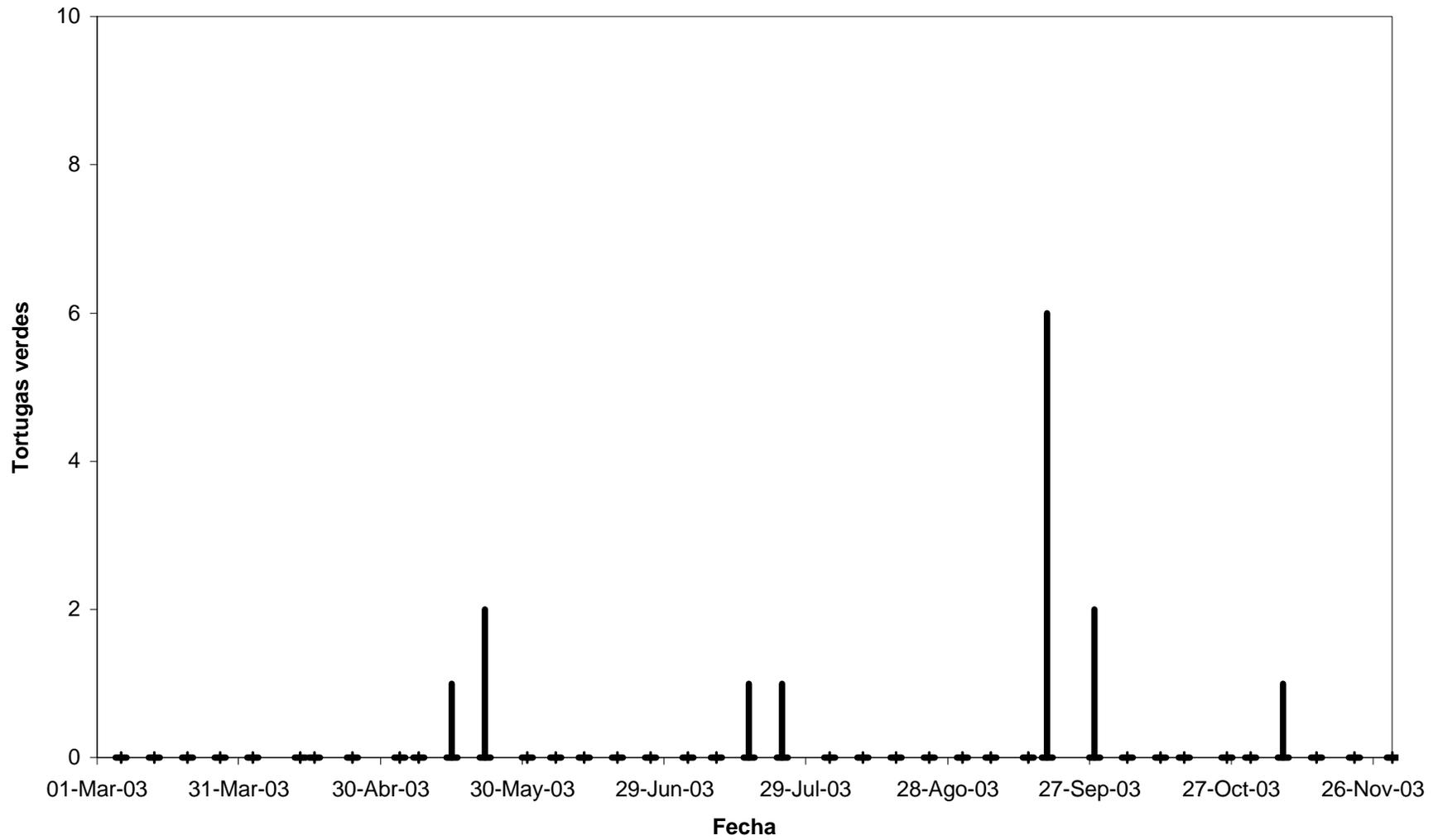
**Figura 1. Distribución de actividad de anidación de tortuga verde durante la temporada determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)**



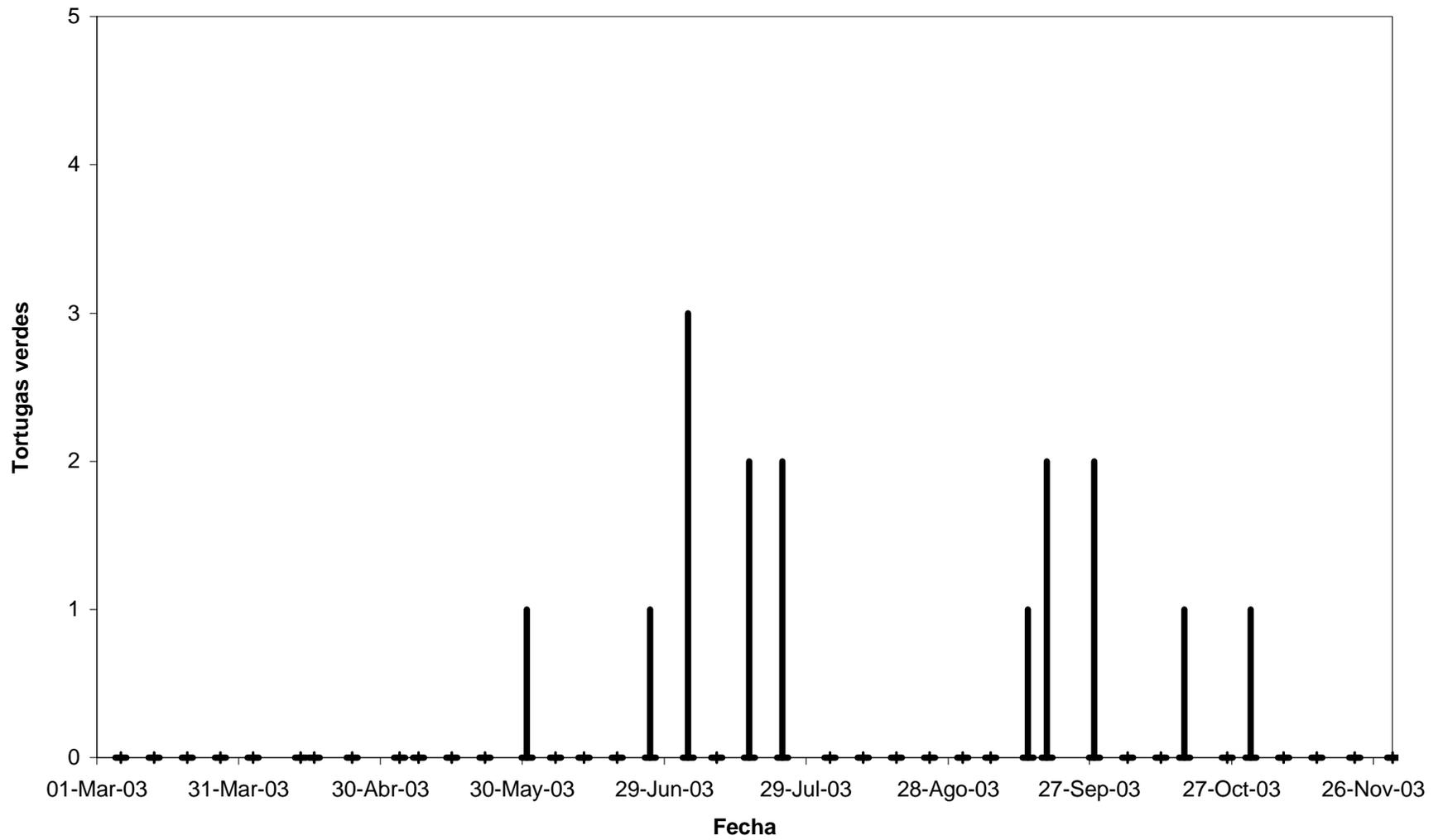
**Figura 2. Distribución espacial de actividad de anidación de tortuga verde determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)**



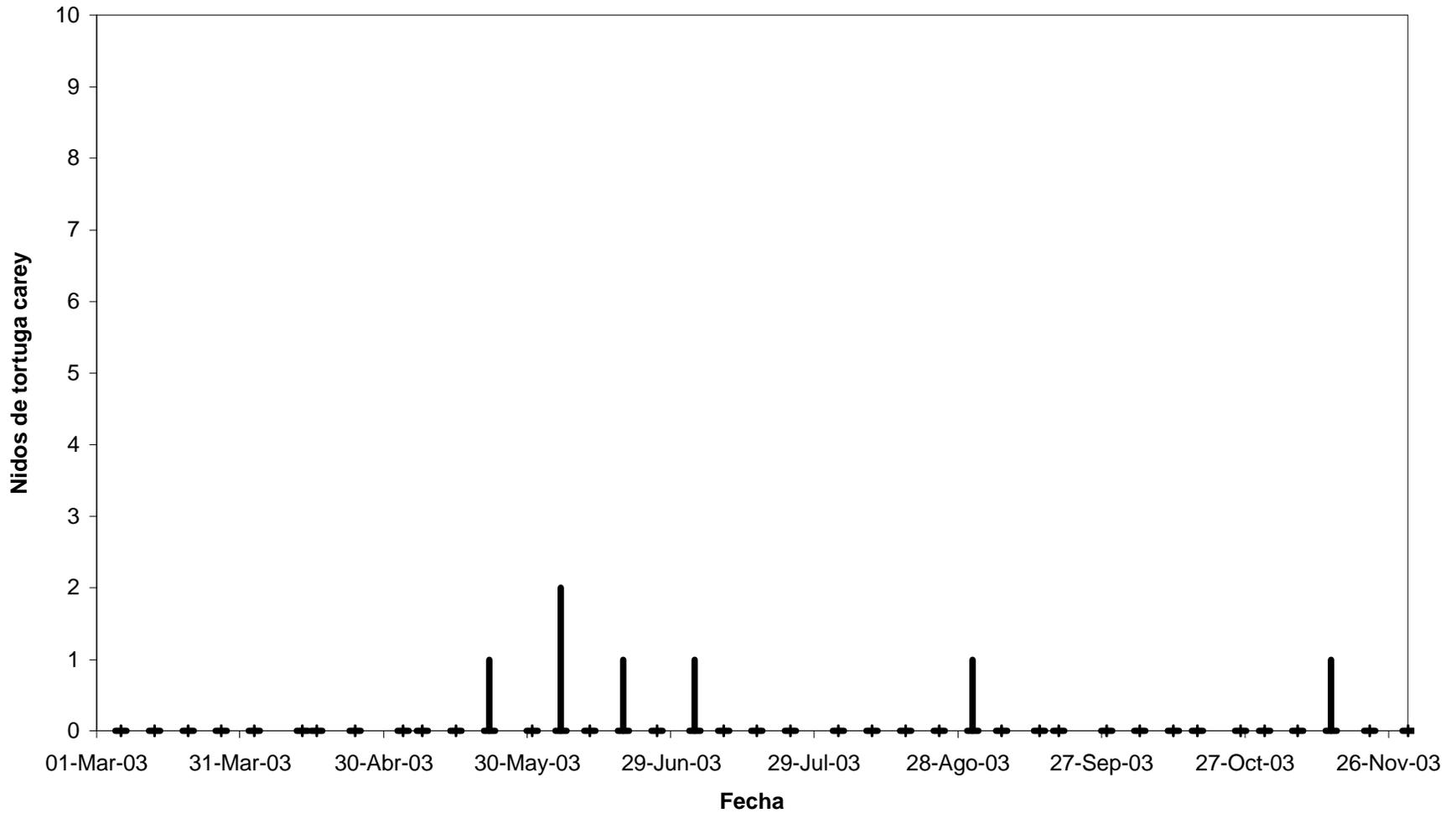
**Figura 3. Caza ilegal de tortugas verdes, determinado por censo de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)**



**Figura 4. Tortugas verdes depredadas por jaguares desde la boca del Río Tortuguero (milla - 3/8) a la laguna de Jalova (milla 18)**



**Figura 5. Distribución de actividad de anidación de tortugas carey durante la temporada, determinado por censos de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a laguna de Jalova (milla 18)**



**Figura 6. Distribución de actividad de anidación de tortuga baula durante la temporada, determinado por censos de rastros desde la boca del Río Tortuguero (milla -3/8) a laguna de Jalova (milla 18)**

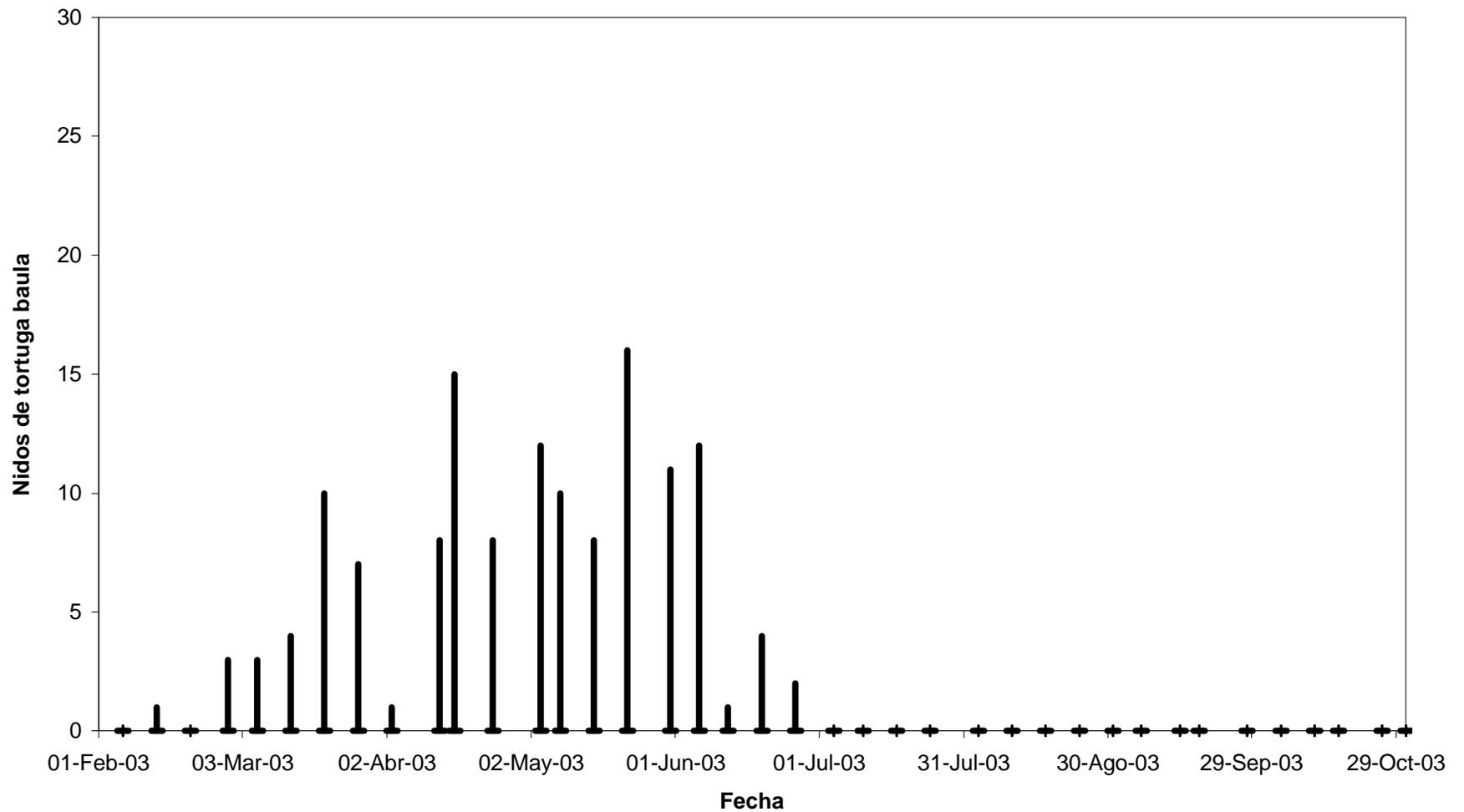
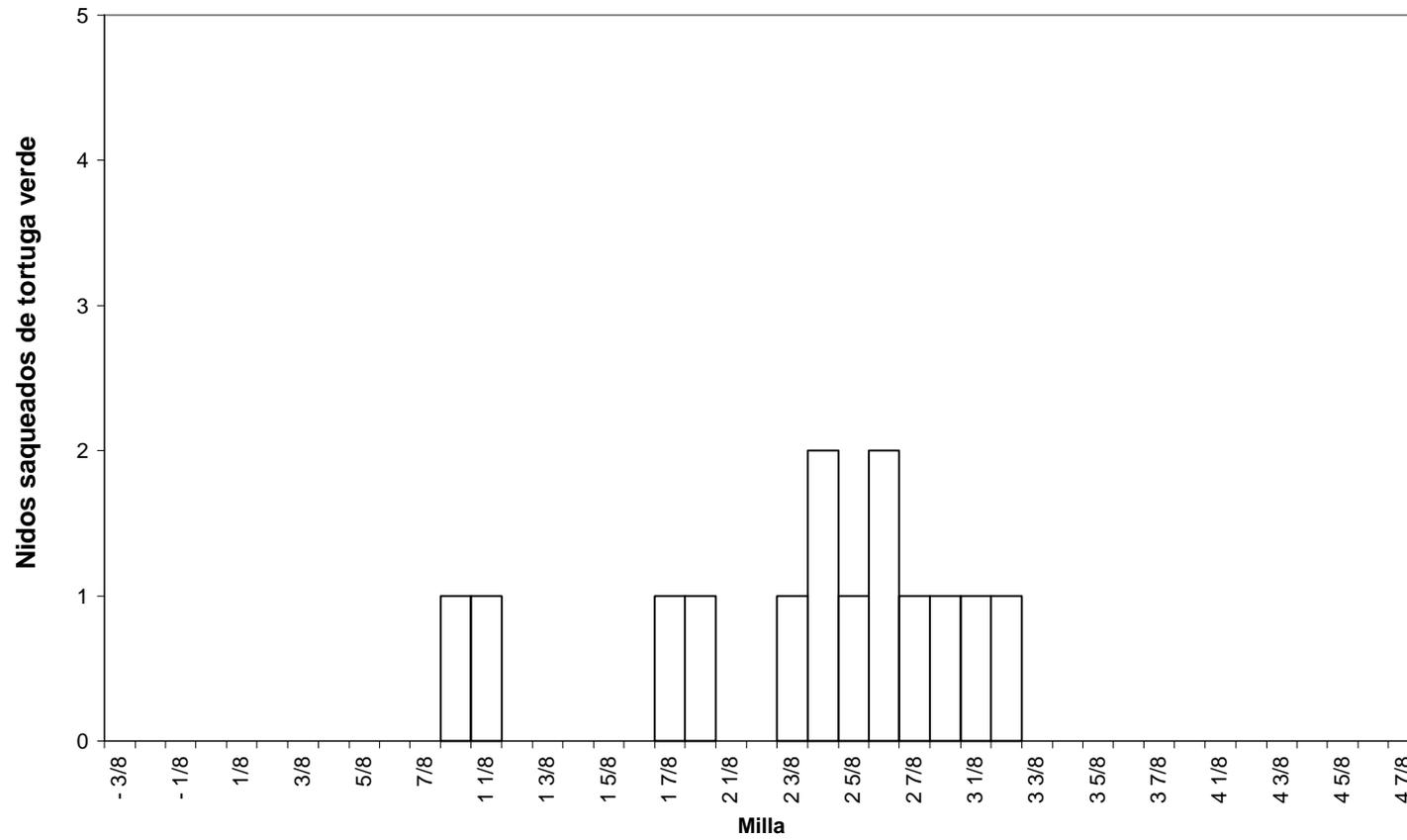


Figura 7. Distribución espacial de nidos marcados y posteriormente saqueados



## Figura 8. Temperaturas de arena

Figura 8a. Temperatura de arena 70 cm de profundidad, zona abierta

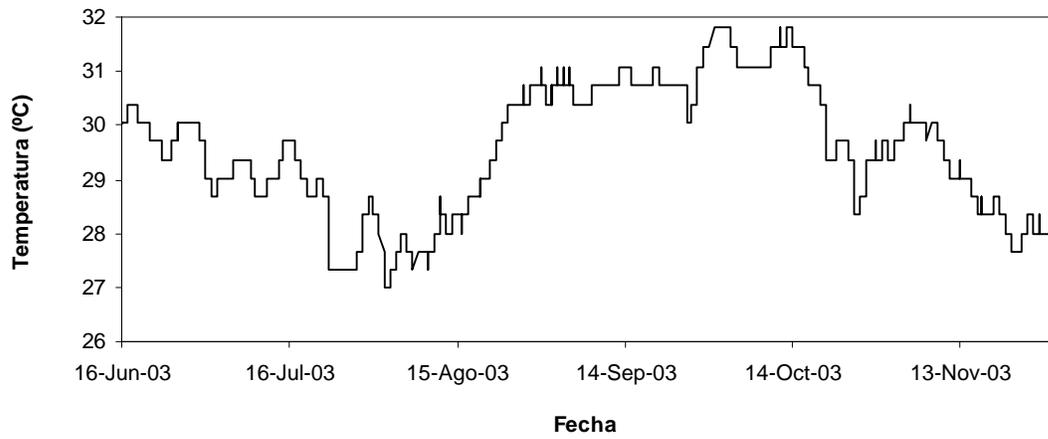


Figure 8b. Temperatura de arena 70 cm de profundidad, zona de borde

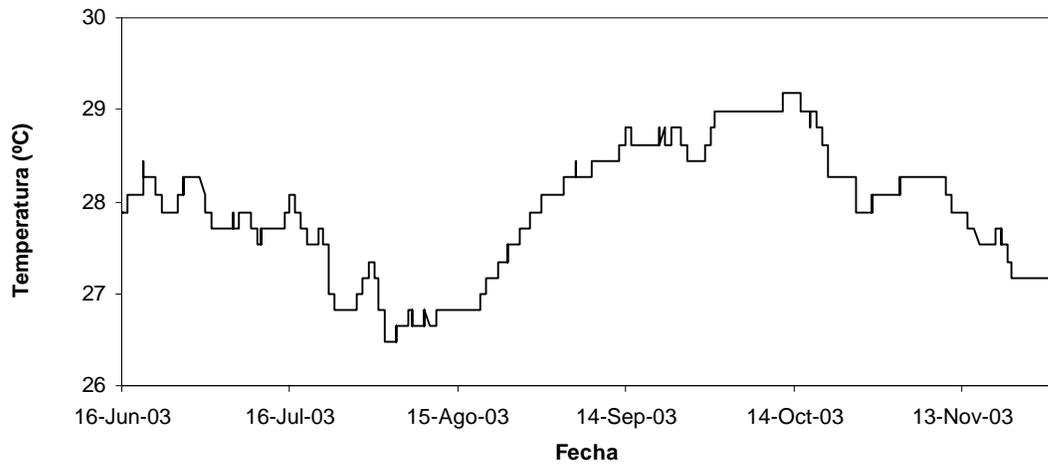


Figura 8c. Temperatura de arena 70 cm de profundidad, zona de vegetación

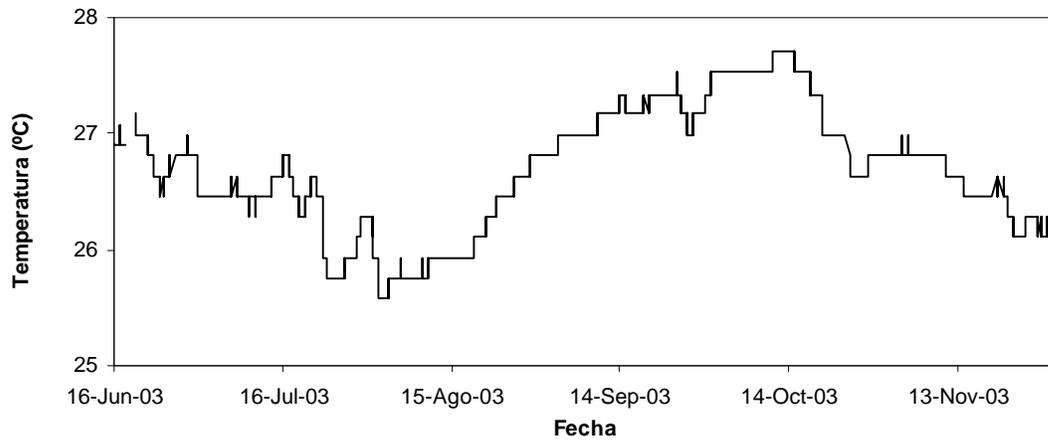


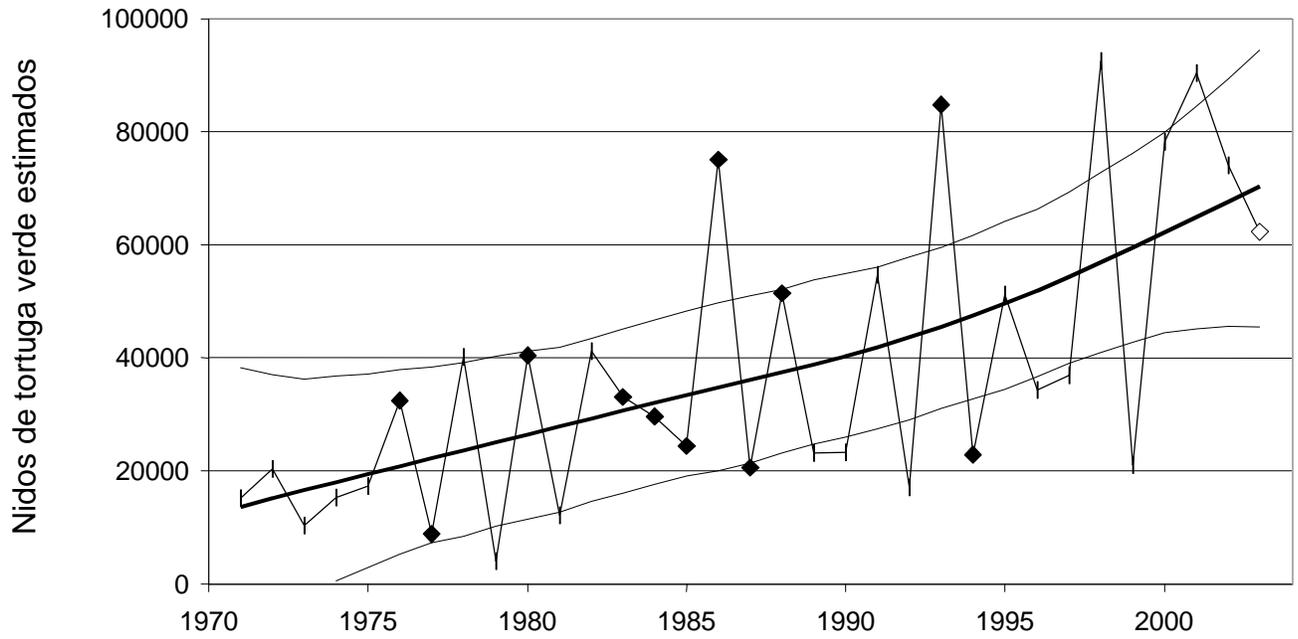
Figure 9. Recapturas de tortugas verdes marcadas en Tortuguero por país.



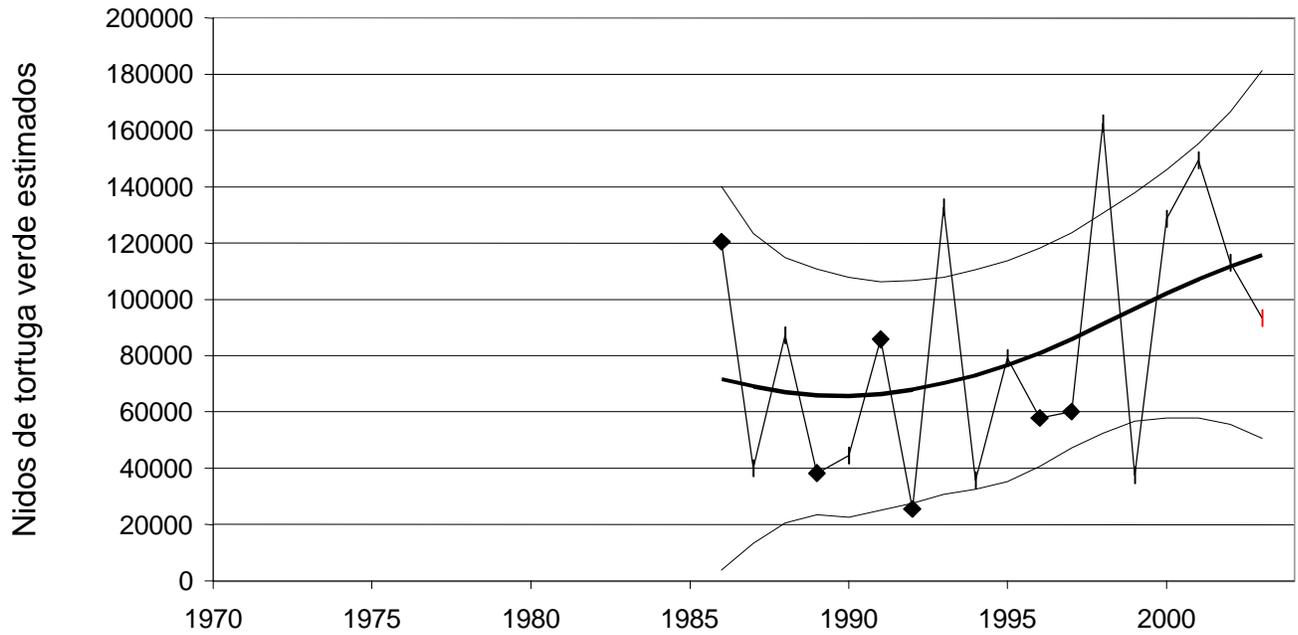
**Figura 10. Tendencia de anidación de tortugas verdes en Tortuguero.**

Para la metodología de analisis consultar Troëng & Rankin (En prensa).

**10a. 18 km al Norte**



**10b. Toda la playa**



## APENDICE 1. Encuentros con Tortugas Marinas Durante Patrullajes Nocturnos Regulares

Fecha	Tortugas baulas			Total	Tortugas verdes			Total	Tortugas carey			Total
	Tortugas nuevas	Previa. marcadas	Reanida doras		Tortugas nuevas	Previa. marcadas	Reanida doras		Tortugas nuevas	Previa. marcadas	Reanida doras	
16-jun-03				0				0		1		1
17-jun-03				0				0				1
18-jun-03				0				0				1
19-jun-03				0				0				1
20-jun-03				0	1		1	2	1			2
21-jun-03				0				2				2
22-jun-03				0				2				2
23-jun-03				0	1	1		4				2
24-jun-03		1		1	1	1		6				2
25-jun-03		1		2	1			7				2
26-jun-03				2	2	2		11			1	3
27-jun-03			1	3		1		12				3
28-jun-03				3	1	1	1	15				3
29-jun-03	1			4	7	5		27				3
30-jun-03				4		3	1	31		1		4
1-jul-03				4	4	3	1	39	1			5
2-jul-03				4	2	3		44		1		6
3-jul-03				4	3	4		51				6
4-jul-03				4	4	3	1	59	1			7
5-jul-03				4	5	5	1	70				7
6-jul-03				4	3	3		76				7
7-jul-03			1	5	3	9	1	89				7
8-jul-03				5	8		2	99				7
9-jul-03				5	6	7		112				7
10-jul-03				5	3	3		118				7
11-jul-03				5	3	3	2	126				7
12-jul-03				5	5	10	3	144				7
13-jul-03				5	11	6	3	164				7
14-jul-03				5	8	4	1	177				7
15-jul-03				5	4	6	6	193				7
16-jul-03				5	9	6	2	210				7
17-jul-03				5	6	1	3	220				7
18-jul-03				5	11	6	5	242				7
19-jul-03				5	13	4	4	263				7
20-jul-03				5	6	5	4	278				7
21-jul-03				5	6	3		287				7
22-jul-03				5	1		2	290				7
23-jul-03				5	8	8	6	312				7
24-jul-03				5	8	8	4	332				7
25-jul-03				5	3	7	2	344				7
26-jul-03				5	12	5	1	362				7
27-jul-03				5	6	3	2	373				7
28-jul-03				5	9	2	2	386				7
29-jul-03				5	7	2	5	400				7
30-jul-03				5	4	2	2	408				7

31-jul-03		5	2	3	2	415			7
1-ago-03		5	9	5	3	432		1	8
2-ago-03		5	8	8	7	455			8
3-ago-03		5	10	3	1	469	1	1	10
4-ago-03		5	12	8	6	495	1		11
5-ago-03		5	12	4	5	516			11
6-ago-03		5	14	2	8	540			11
7-ago-03		5	9	9	6	564			11
8-ago-03		5	17	9	2	592			11
9-ago-03		5	5	11	4	612			11
10-ago-03		5	15	11	5	643			11
11-ago-03		5	3	2	3	651			11
12-ago-03		5	13	3	7	674			11
13-ago-03		5	9	4	11	698			11
14-ago-03		5	15	2	9	724			11
15-ago-03		5	8	2	6	740			11
16-ago-03		5	10	11	9	770			11
17-ago-03		5	8	3	6	787	1		12
18-ago-03		5	7	3	7	804			12
19-ago-03		5	13	4	15	836			12
20-ago-03		5	13	1	3	853			12
21-ago-03		5	13	7	5	878		1	13
22-ago-03		5	24	4	11	917			13
23-ago-03		5	6	2		925			13
24-ago-03		5	5	1	3	934			13
25-ago-03		5	5	5	9	953			13
26-ago-03		5	9	4		966			13
27-ago-03		5	8	9	8	991			13
28-ago-03		5	9	4	3	1007			13
29-ago-03		5	6	3	3	1019			13
30-ago-03		5	14	2	3	1038			13
31-ago-03		5	9	5	9	1061			13
1-set-03		5	4		1	1066			13
2-set-03		5	7	1	7	1081			13
3-set-03		5	12	3	5	1101			13
4-set-03		5	12	4	7	1124			13
5-set-03		5	9	3	4	1140			13
6-set-03		5	18	10	10	1178		1	14
7-set-03		5	14	2	8	1202			14
8-set-03		5	18	7	9	1236			14
9-set-03		5	10	4	13	1263			14
10-set-03		5	18	4	10	1295			14
11-set-03		5	4	4	10	1313			14
12-set-03		5	9	3	1	1326	1		15
13-set-03		5	17	2	3	1348			15
14-set-03		5	28	7	11	1394			15
15-set-03		5	9	4	2	1409			15
16-set-03		5	4	4	10	1427	1		16
17-set-03		5	7	1	4	1439			16
18-set-03		5	10	1	4	1454			16
19-set-03		5	11	2	9	1476			16
20-set-03		5	16	2	8	1502			16

21-set-03			5	2		7	1511				16	
22-set-03			5	12	1	5	1529				16	
23-set-03			5	11	3	3	1546				16	
24-set-03			5	22	1	9	1578				16	
25-set-03			5	13	3	5	1599				16	
26-set-03			5	13	3	9	1624				16	
27-set-03			5	13	2	13	1652				16	
28-set-03			5	15	1	7	1675				16	
29-set-03			5	10		6	1691				16	
30-set-03			5	16	3	5	1715				16	
1-oct-03			5	6	2	2	1725				16	
2-oct-03			5	9	4	8	1746				16	
3-oct-03			5	17	2	7	1772				16	
4-oct-03			5	13	1	4	1790				16	
5-oct-03			5	9	1	7	1807				16	
6-oct-03			5	14	1	3	1825				16	
7-oct-03			5	6	1	6	1838				16	
8-oct-03			5	5	1	5	1849				16	
9-oct-03			5	3	2	2	1856				16	
10-oct-03			5	16	2	9	1883				16	
11-oct-03			5	18	1	3	1905				16	
12-oct-03			5	17	2	5	1929				16	
13-oct-03			5	3	4	3	1939				16	
14-oct-03			5	3	1	13	1956				16	
15-oct-03			5	4	1	1	1962				16	
16-oct-03			5	3		6	1971				16	
17-oct-03			5	5	4	3	1983				16	
18-oct-03			5				1983				16	
19-oct-03			5	3		2	1988				16	
20-oct-03			5	5		2	1995				16	
21-oct-03			5	3	1	4	2003				16	
22-oct-03			5	5	1	5	2014				16	
23-oct-03			5	2		2	2018				16	
24-oct-03			5				2018				16	
25-oct-03			5	4	1	4	2027				16	
26-oct-03			5	2		4	2033				16	
27-oct-03			5	3		2	2038				16	
28-oct-03			5	1		1	2040				16	
29-oct-03			5	4		2	2046				16	
30-oct-03			5		1	1	2048				16	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1062</b>	<b>418</b>	<b>568</b>	<b>2048</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>

## APENDICE 2. Encuentros con Tortugas Marinas Durante Patrullajes Adicionales

Fecha	Sección	Tortugas verdes			Total
		Tortugas nuevas	Previamente marcadas	Reanidadoras	
9-set-03	Milla 5-8	20	2	3	25
11-set-03	Milla 5-7	25	7	4	36
12-set-03	Milla 5-7	20	4	1	25
15-set-03	Milla 5-7	22		1	23
16-set-03	Milla 5-7 4/8	23	1	1	25
18-set-03	Milla 5-7 4/8	25		1	26
21-set-03	Milla 5-7	22	1	2	25
23-set-03	Milla 5-7 4/8	23		1	24
25-set-03	Milla 5-7	22			22
	<b>TOTAL</b>	<b>202</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>231</b>

### **APENDICE 3. Notas e Información Anecdótica sobre Caza Ilegal de Tortugas**

El personal de la CCC registró 47 incidentes de saqueo, desde junio a octubre 2003. El saqueo o intento de saqueo de 32 nidos representan 26 registros y los otros 21 incidentes involucraban el saqueo o intento de saqueo de un total de 24 tortugas verdes anidadoras. Cuatro de las 24 tortugas fueron descubiertas vivas y liberadas por los asistentes de investigación de la CCC, guías turísticos, guardaparques y locales. El saqueo de tres tortugas carey también fue registrado; una de las tres fue liberada viva.

Además, el contador de rastros de la CCC registró el saqueo de 14 tortugas verdes y 147 nidos de tortuga verde durante los censos semanales de las 18 millas de playa.