Reporte final de la anidación de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica (Temporada 2010 - 2011)

Luis G. Fonseca, Wilberth N. Villachica, Eduardo Rangel y Roldán A. Valverde

Mayo 2011

Este proyecto fue realizado gracias al apoyo financiero y logístico de:

Índice

Índice de cuadros…….	4
Índice de figuras……...	5
Resumen……...	6
1. Introducción……..	7
2. Objetivos……...	9
2.1. Objetivo general……...	9
2.2. Objetivos específicos……..	9
3. Metodología……..	10
3.1. Área de estudio……	10
3.2. Colecta de datos……..	10
3.2.1. Patrullajes de playa……..	10
3.2.2. Estimación del tamaño de las arribadas……...	10
3.2.3. Marcaje de las hembras……..	11
3.2.4. Biometría.....	12
3.2.5. Marcaje de nidos.....	12
3.2.6. Desarrollo embrionario y porcentaje de emergencia.....	12
3.2.7. Producción de neonatos…….	13
4. Resultados y discusión……..	13
4.1. Eventos de anidatorios……...	13
4.1.1. Nidos de arribada…….	13
4.1.2. Nidos solitarios……..	15
4.1.3. Número de hembras marcadas……..	16
4.1.4. Biometría de las hembras anidadoras……..	16
4.2. Rendimiento de los nidos……...	17
4.3. Tortugas adultas muertas o depredadas…….	20
5. Conclusiones……..	22
6. Agradecimientos…….	23
7. Referencias.....	23

Índice de cuadros

Cuadro 1	Tamaño de las hembras de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) durante la temporada 2010-2011, Playa Nancite, Costa Rica.....	17
Cuadro 2	Estimación de la producción de neonatos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por arribada durante el periodo de estudio, Playa Nancite, Costa Rica.……..……...	20
Cuadro 3	Detalles de las tortugas lora (*Lepidochelys olivacea*) adultas muertas o depredadas, Playa Nancite, Costa Rica (ND: no hay dato)……	21

Índice de figuras

Figura 1	Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados…….	13
Figura 2	Estimación del tamaño de las arribadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) (IC al 95 %) desde julio de 2010 hasta marzo de 2011, Playa Nancite, Costa Rica…….	14
Figura 3	Número de nidos solitarios de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por mes, Playa Nancite, Costa Rica……..…..……	15
Figura 4	Porcentaje de emergencia (IC al 95 %) estimado por mes, para los nidos solitarios de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica……...…….……..	18
Figura 5	Porcentaje de emergencia (IC al 95 %) estimado por mes, para los nidos solitarios de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica…….	18
Figura 6	Tortuga lora *(Lepidochelys olivacea*) depredada por jaguar (*Panthera onca*), 2 de diciembre de 2010, Playa Nancite, Costa Rica……...…….	22

RESUMEN

Desde el 17 de julio de 2010 hasta 31 de marzo de 2011, se estimó el tamaño de las arribadas y la producción de neonatos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en Playa Nancite, Costa Rica. Asimismo se contabilizó el número de nidos solitarios y se marcaron las hembras anidantes. Durante la temporada se cuatro arribadas siendo las de noviembre y setiembre las de mayor tamaño, respectivamente. Se cuantificaron 1398 anidaciones solitarias durante 239 noches de patrullaje, para un promedio de 5.85 nidos/noche. Se marcaron un total de 1008 hembras anidadoras, de las cuales ninguna presentaba marcas previas, ni orificios o cicatrices que hiciesen suponer que las tuvieran en el pasado. Trescientas treinta y cuatro correspondieron a hembras de arribada, y 664 a hembras solitarias. Se lograron recapturar 76 hembras, las cuales presentaron un periodo promedio de entrepuestas de 33.08 días (min: 6 días, max: 64 días). El porcentaje de emergencia para los nidos de arribada fue de 58.27 % (SD = 36.02, n = 339), mientras que para los nidos solitarios fue de 50.08 % (SD = 33.88), n = 811). Ambos valores más altos registrados Playa Nancite desde su descubrimiento en 1971. Asimismo esto se reflejó directamente la sobre la elevada producción de neonatos observada en esta temporada. La posible causa del elevado porcentaje de eclosión registrado en esta temporada se pudo deber a la fuerte erosión a que fue sometida la playa en mayo y junio, en donde la playa bajo entre 1m y 3m. Esto provoco que se diera una limpieza de la materia orgánica de la arena, proveniente de las cáscaras acumuladas de nidos no eclosionados durante la temporada anterior. Por tanto, la producción de neonatos en estos momentos es superior a la registrada en los 70's y 80's, lo que posiblemente sea un indicador de que la población de Playa Nancite se pueda recuperar en algunas décadas. Dando la razón a la predicción de que las poblaciones de arribada son cíclicas con fluctuaciones a largo plazo. Sin embargo, se hace necesario el seguimiento del tamaño de las arribadas y la producción de neonatos de Playa Nancite, de forma que se logre confirmar la predicción anteriormente descrita.

Se recomienda la continuación del Proyecto de Monitoreo de Tortugas Marinas en Playa Nancite, para continuar generando información científica que permita diseñar acciones de manejo y conservación que permitan la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas en el Pacífico Norte de Costa Rica.

1. INTRODUCCIÓN

La tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) es una de las dos especies de tortugas marinas, junto con *L. kempii*, que realizan anidaciones masivas sincronizadas (Hughes y Richard 1974). Las arribadas de la tortuga lora ocurren en pocas playas en el mundo: Nancite y Ostional, en Costa Rica; La Escobilla, en México; Gahirmatha, Devi River, Rushikula, en India; Isla Cañas y Marinera, en Panamá y Chacocente y La Flor, en Nicaragua (Bernardo y Plotkin 2007). Las arribadas en Costa Rica, México, Nicaragua y Panamá se presentan principalmente entre los meses de junio a diciembre, mientras que el anidamiento solitario ocurre durante todo el año (Bernardo y Plotkin 2007).

En Playa Nancite ocurren usualmente de cuatro a seis arribadas por año y cada una dura aproximadamente entre tres y cuatro noches (Cornelius y Robinson 1985). Las arribadas son consideradas un mecanismo evolutivo de estas tortugas para preservar la especie, debido a que la sincronización reproductiva provoca el saciamiento rápido de los depredadores, lo que sugiere que los nidos de arribada tienen una menor probabilidad de ser depredada que los depositados por una hembra solitaria (Eckrich y Owens 1995). Sin embargo, el mecanismo que propicia el fenómeno de la arribada aun no se conoce, pero se sugiere que procesos fisiológicos y conductuales como la retención de huevos, retraso en la fertilización (Owens 1980) y la producción de feromonas (Mendonça y Pritchard 1986) pueden incidir en este comportamiento.

Las hembras de tortuga lora anidan durante todo el año en playa Nancite, pero las arribadas ocurren principalmente entre los meses de agosto a diciembre, colocando en promedio 105 huevos. La construcción del nido tarda aproximadamente 11 minutos y tiene una profundidad de 35 - 45 cm (Cornelius y Robinson 1985). El periodo de incubación de los huevos varía entre los 44 - 60 días dependiendo de la temperatura de incubación y la precipitación (Hughes y Richard 1974, Wibbels et al. 1998). Playa Nancite fue descubierta como sitio de arribada en 1970, durante un sobrevuelo sobre la costa Pacífica de Costa Rica (Richard y Hughes 1972).

En Playa Nancite, las arribadas de la tortuga lora han presentado una drástica disminución en el tamaño y la frecuencia durante las últimas dos décadas (Valverde et al. 1998, Fonseca et al. 2009). A inicios de la década de los 70's Hughes y Richard (1974) reportaron arribadas de entre 70 000 a 150 000 hembras por arribada durante los meses de setiembre a noviembre. Cornelius y Robinson (1985) utilizando el método de cuadrantes (Cornelius y

Robinson 1982) estimaron arribadas superiores a las 100 000 tortugas en 1980 y 1981. No obstante, en los años posteriores las arribadas en Playa Nancite no superaron las 75 000 hembras, y se presentó una disminución significativa en el tamaño y la frecuencia de las arribadas (Valverde et al. 1998).

Este declive se pudo deber a actividades humanas como la pesca incidental (Cornelius y Robinson 1985, National Researh Council 1990, Orrego 2002), pesca artesanal, cacería para subsistencia, la extracción de huevos y la destrucción de hábitats de alimentación, anidación y descanso (Chacón 2001). Además, las poblaciones de tortugas se ven amenazadas por factores naturales como la depredación de huevos y neonatos por crustáceos (cangrejo fantasma), peces, reptiles (cocodrilos, garrobos, serpientes), aves (fragatas, zopilotes, pelícanos, zanates, caracaras) y mamíferos (coyotes, mapaches, pizotes) (Hughes y Richard 1974, Francia 2004). Asimismo, los adultos son depredados por tiburones, reptiles (cocodrilos) y felinos (puma y jaguar) (Cornelius y Robinson 1985).

Sin embargo, se sugiere que la principal causa de la disminución en Playa Nancite ha sido la baja tasa de reclutamiento de la población, causado por el reducido porcentaje de eclosión de la playa. A través de los años de estudio en la playa se documentaron porcentajes de eclosión que no superaron el 10 % (Cornelius y Robinson 1985, Francia 2004, Honarvar et al. 2008), posiblemente como consecuencia de la gran cantidad de materia orgánica acumulada en la arena (Cornelius et al. 1991, Clusella y Paladino 2007), proveniente de los huevos no eclosionados y los nidos destruidos por las mismas tortugas. Esto podría limitar el desarrollo y crecimiento de los embriones y producir un medio ideal para la proliferación bacterias y hongos, que al descomponer la materia orgánica consumen el oxígeno de la arena produciendo un medio poco en oxígeno (Mo et al. 1990). Sin embargo, esta hipótesis no ha sido comprobada. Clusella y Paladino (2007) sugieren que el bajo éxito de eclosión de Nancite no se debe a un factor intrínseco de los huevos (como infertilidad), sino a condiciones específicas de la arena que afectan el intercambio gaseoso. Ellos compararon nidos in situ y nidos colocados en arena limpia, y obtuvieron un éxito de eclosión del 21.6% para nidos in situ y un 83.1% para nidos colocados en arena limpia.

No obstante, la reducción en el tamaño de las arribadas en Playa Nancite, puede que no sea tan malo para la población, debido Fonseca et al. (2009) encontraron un incremento importante en la producción de neonatos durante las arribadas ocurridas en el 2007 y 2009, en comparación a lo registrado en 1984, periodo donde aún se presentaban las grandes

arribadas. Estos autores sugieren que la población se encuentra disminuida, pero estable, y que en unos podría darse una recuperación de la población si continúa la producción de neonatos con los niveles encontrados en el 2007 y 2009.

Ante este alentador panorama, es importante continuar con estudios relacionados con el número de hembras anidantes y la producción de neonatos, de manera que se cuente con una base de datos que permita tomar las mejores decisiones de manejo y conservación. Con esta información se podrían generar medidas preventivas aplicables en las otras playas de arribada con poblaciones estables o en crecimiento, para evitar fuertes caídas como ha sucedido en Playa Nancite. Debido a lo anterior, en el siguiente trabajo se documentó el tamaño de las arribadas por medio del método de transectos, el número de tortugas solitarias por noche y se marcaron las hembras con placas metálicas. Asimismo se determinó el porcentaje de eclosión y de emergencia de los nidos solitarios y de arribada, con el fin de estimar la producción de neonatos durante el periodo comprendido del 17 de julio de 2010 al 31 de marzo de 2011.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Continuar con el proyecto de monitoreo a largo plazo de las poblaciones de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), en Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, para conocer su estado poblacional y establecer medidas de manejo que permita aumentar o estabilizar las población.

2.2. Objetivos específicos

Cuantificar el número de tortugas loras (*Lepidochelys olivacea)* anidantes en Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste.

Determinar el porcentaje de eclosión y de emergencia de los nidos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea)* en Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste.

Estimar la producción de neonatos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea)* en Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste.

Estimar el periodo de entrepuestas de las hembras de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea)* en Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

Playa Nancite (10° 48' N, 85° 39' O) se ubica en la costa noroeste de Costa Rica dentro del Parque Nacional Santa Rosa, perteneciente al Área de Conservación Guanacaste (ACG). Ésta es administrada por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), y se encuentra completamente protegida desde el 20 de marzo de 1971, cuando se creó el Parque Nacional Santa Rosa (Cornelius y Robinson 1985). Playa Nancite por su condición legal y el aislamiento geográfico de comunidades o centros poblacionales, ha estado protegida de actividades antropogénicas que podrían afectar a las poblaciones de tortugas marinas, como la extracción de huevos, uso de su carne como alimento y el desarrollo de infraestructura que alteren las zonas de anidación.

3.2. Colecta de datos

3.2.1. Patrullajes de playa

Se realizaron recorridos por la playa durante las noches desde el 17 de julio del 2010 hasta el 31 de marzo de 2011. El horario de las salidas se adecuó a las mareas diarias esto respaldado con la tabla de mareas de NACASCOLO, con altura en pies, referida al cero de la regla, y la actividad de las tortugas. Las noches en que no se realizaron patrullajes nocturnos, se realizó un recorrido durante la mañana siguiente registrando el número de huellas sobre la arena.

3.2.2. Estimación del tamaño de las arribadas

Para la estimación del número de tortugas anidantes en el fenómeno de arribada se empleo el método de transectos por franjas en un tiempo definido (Valverde y Gates 1999). Durante cada arribada se establecieron 20 transectos a lo largo de la playa, distribuidos en cada

sector, con un ancho de 2 m y un largo de X m; (X es la distancia entre la vegetación y la línea de pleamar (ver figura 4). Los transectos son delimitados enterrando en cada esquina del transecto estacas de PVC (50 cm de largo), a las cuales previamente se les colocaron en el extremo superior una manguera plástica de 50 cm de longitud marcada con cinta reflectiva. En intervalos de dos horas, se registró el número de tortugas que se encontraron desovando, iniciando en la parte sur de la playa y finalizando en la parte norte. El número de hembras anidadoras en cada arribada se estimo así:

$$M = AH / 2WTL * n.. / H ;$$

en donde: **M =** número estimado hembras anidadoras, **A =** área total disponible para las anidaciones (m^2), **H =** duración de la arribada (min.), **n =** suma total de las tortugas ponedoras contadas, **W =** ancho de la mitad del transecto (m), **T =** número de periodos de muestreo, **L =** suma de la longitud de todos los transectos (m) y **H =** tiempo promedio invertido por las tortugas para desovar (min.). (Valverde y Gates 1999).

El método consistió en el censo de las hembras que se encontraron anidando dentro de cada transecto de banda fija, colocados sistemáticamente a lo largo de la playa, durante intervalos de tiempo definido (Gates et al. 1996). El método únicamente tomo en cuenta las hembras que se encontraran anidando, para evitar sobreestimar el tamaño de las arribadas (Valverde y Gates 1999), ya durante las arribadas se pudieron observar tortugas caminado, cavando el nido y cubriendo el nido, las cuales no hay seguridad de que hayan desovado o que lo fueran a realizar (Cornelius y Robinson 1985).

3.2.3. Marcaje de las hembras

Las hembras anidantes de tortuga lora que no presentaban marcas o que estaban a punto de perderlas se les colocó placas Monel # 681. En todos los casos se buscó indicios de marcajes previos antes de marcar la hembra, anotando la información en la hoja de datos.

Para realizar el marcaje de las hembras de tortuga lora, se tuvieron en cuenta los siguientes cuidados:

- Invariablemente todas las hembras se marcaron externamente cuando están cubriendo el nido después de anidar.
- Las hembras se marcaron en la aleta derecha delantera, sobre la segunda escama.

- Siempre se desinfecto el área de marcaje con vanodine.

3.2.4. Biometría

Se midió el largo curvo de caparazón (LCC) y el ancho curvo de caparazón (ACC) utilizando una cinta métrica tipo "costurera". Las medidas de longitud y ancho de las hembras se tomaron cuando la tortuga finalizó el desove. No se midieron hembras cuando estaban emergiendo o excavando, para evitar que se interrumpiera el proceso antes del desove.

3.2.5. Marcaje de nidos

Las marcas de los nidos consistieron en dos tubos de PVC (½ pulgada) de 8 cm de largo unidos entre sí por hilo de nylon de 35 cm. Uno de los tubos fue colocado dentro de la cámara del nido durante la ovoposición y el otro tubo se mantuvo fuera del nido anotándole la fecha de desove y número de nido. Unido a este tubo se ató una botella de 600 ml vacía y con su respectiva tapa, para localizar el nido externamente. Los nidos se clasificaron como solitario cuando anidaron menos de 100 tortugas por noche, o como de arribada en caso contrario.

3.2.6. Desarrollo embrionario y porcentaje de emergencia

Luego de los 50 días de incubación se realizó la exhumación de los nidos. Se contabilizaron las cáscaras, neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con desarrollo y sin desarrollo. Los huevos con desarrollo fueron clasificados en cuatro categorías (Fig. 1), siguiendo la metodología descrita por Chacón et al. (2007): Estadio I: embrión cubre de 1 a 25% de la cavidad amniótica del huevo; Estadio II: embrión cubre de 26 a 50% de la cavidad amniótica del huevo; Estadio III: embrión cubre de 51 a 75% de la cavidad amniótica del huevo y Estadio IV: embrión cubre de 76 a 100% de la cavidad amniótica del huevo. El porcentaje de eclosión se determinó como: **PE = N/H * 100**, donde: **PE**: porcentaje de eclosión, **N**: número de huevos eclosionados y **H**: número de huevos depositados. El porcentaje de emergencia se determinó como: **PEM = (N – M)** / **H * 100**, donde **M**: número de neonatos muertos encontrados en la columna de arena.

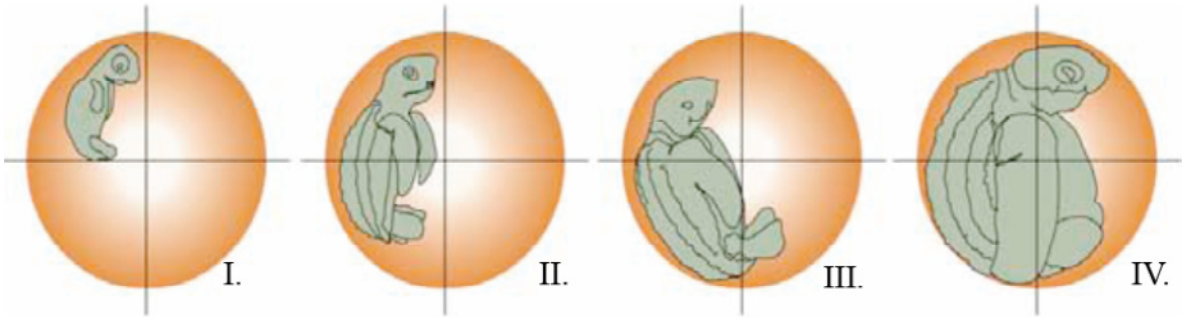

Figura 1. Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados.

3.2.7. Producción de neonatos

Para determinar la producción de neonatos se marcaron nidos tanto de solitarias como arribadas ocurridas durante la actividad de anidación en el periodo establecido de práctica. Los nidos fueron exhumados, para estimar el número de nidos exitosos (nidos con al menos un neonato emergido), número promedio de huevos por nido y el porcentaje de emergencia. La producción neta de neonatos fue calculada como: **PNN = SN * EN * PE / 100;** en donde: **PNN**: producción neta de neonatos, **SN**: número de nidos exitosos, **EN**: número promedio de huevos por nido y **PE**: porcentaje de emergencia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Eventos anidatorios

4.1.1. Nidos de arribada

Durante el periodo de estudio se registraron un total de 4 arribadas. La arribada de mayor tamaño ocurrió entre el 28 de setiembre y el 1° de octubre de 2010 con un total de 31350 hembras anidantes, seguida de la arribada presentada de enero con 1200 hembras (Fig. 2). En comparación a la temporada 2009 – 2010 ocurrieron 3 arribadas menos, sin embargo, si sumamos el número de nidos de arribada tenemos un incremento de 2.77 veces en el número de tortugas durante la presente temporada. Incluso tamaños de arribada superiores a las 20000 tortugas, no se presentaban desde 1999, en donde se estimaron 41149 hembras (Fonseca et al. 2009). El análisis de tendencia poblacional de las arribadas en Playa Nancite, muestra que la población continua a la baja, sin embargo, se puede observar un pico de incremento durante esta temporada (Fig. 3). No hay razones claras

para justificar este aumento, sin embargo, se podría sugerir que hubo un incremento en el intercambio entre playas de anidación, como fue se hipotetizó en el pasado entre Playa Nancite y Playa Ostional, debido al registro de hembras anidantes en ambas playas (Cornelius y Robinson 1986). Asimismo otra causa, pero que debe de tratarse con cautela, es la posible incorporación de nuevos individuos a la población. Esto como consecuencia del incremento de la producción de neonatos durante los últimos 15 años en que se redujo en el número de hembras por arribada (Fonseca et al. 2009). No obstante, se deberá de seguir con el monitorio de las arribadas en Playa Nancite para comprobar esta hipótesis.

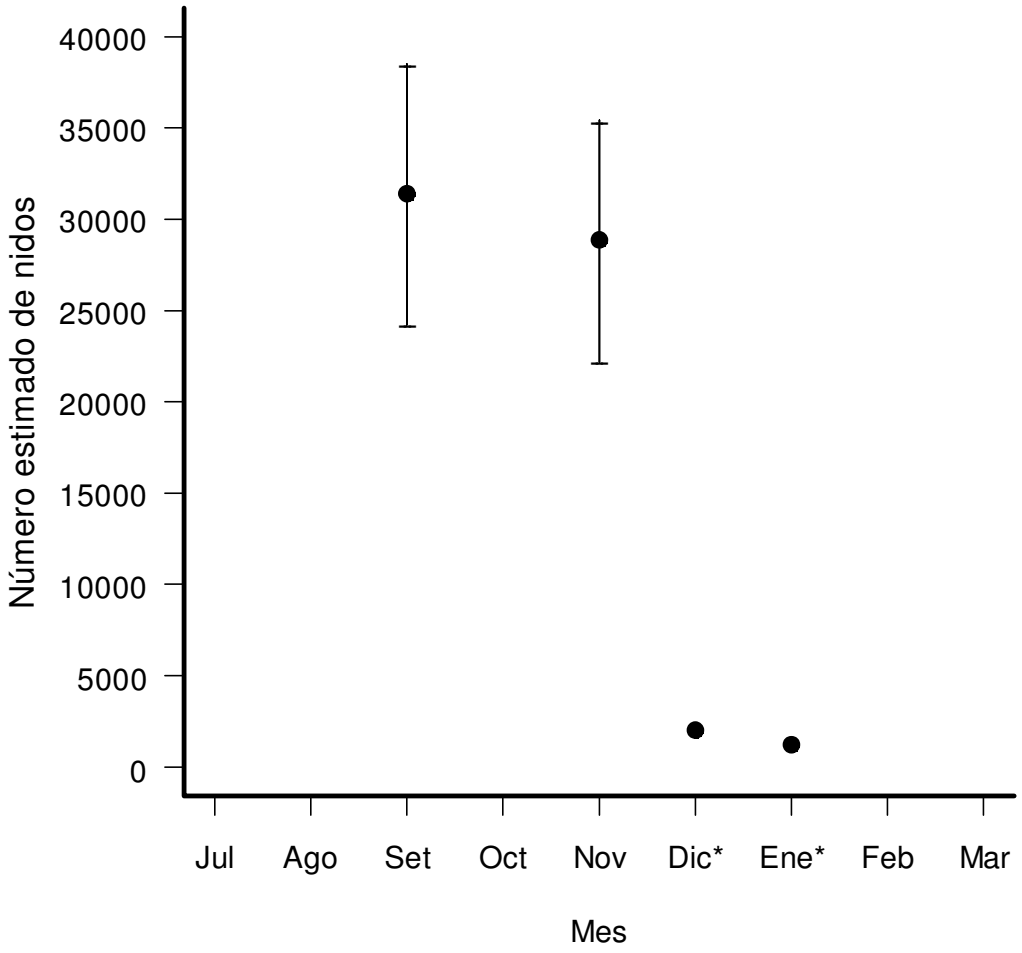

Figura 2. Estimación del tamaño de las arribadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) (IC al 95 %) desde julio de 2010 hasta marzo de 2011, Playa Nancite, Costa Rica.
* Estimado mediante el conteo de huellas

4.1.2. Nidos solitarios

Se contabilizaron un total de 1398 anidaciones solitarias durante 239 noches de patrullaje, para un promedio de 5.85 nidos/noche. La mayor cantidad de nidos solitarios se presentó en noviembre y diciembre, con 270 y 268 nidos, respectivamente, coincidiendo con el pico de la temporada de anidación de la tortuga lora en Playa Nancite. La menor cantidad de nidos ocurrió en febrero con 35 (Fig. 3). La información previa recaba en Playa Nancite sobre la anidación solitaria es pobre, solamente existen reportes aislados sobre el número de rastros contados durante conteos matutinos. El único trabajo consiste se realizó en la temporada 1997-1998 en donde se contabilizó un promedio de 7.18 nidos/noche (Pankratz 1997, Clusella Trullas 1998), cifra ligeramente superior a la documentada en la presente temporada. Con este vacío de información no se puede conocer con certeza la tendencia de la anidación solitaria en la playa, por tanto, el trabajo iniciado en la playa con las tortugas solitarias durante esta temporada será de gran utilidad para conocer el verdadero estado de la población de tortuga lora de Playa Nancite.

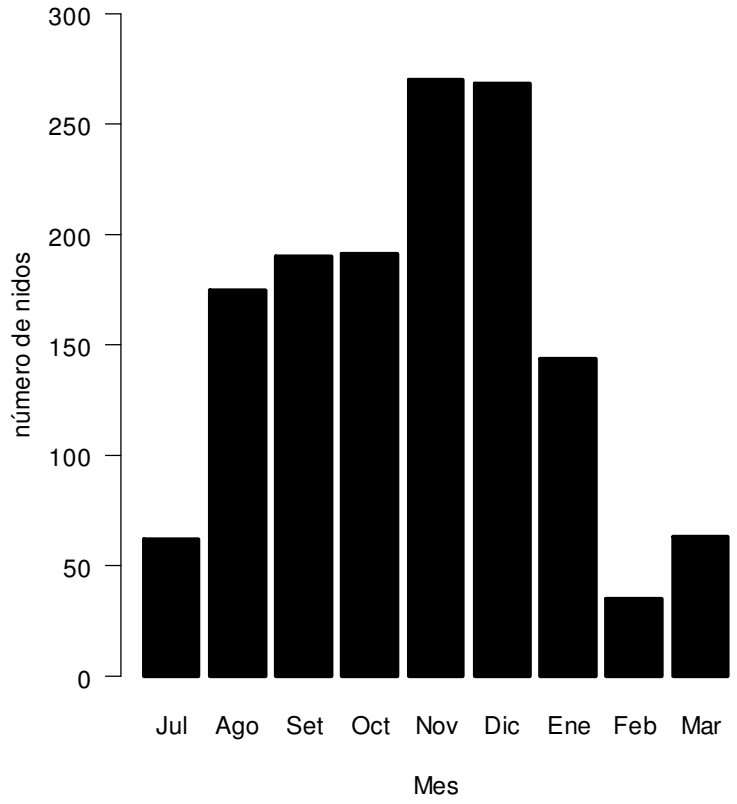

Figura 3. Número de nidos solitarios de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por mes, Playa Nancite, Costa Rica.

4.1.3. Número de hembras marcadas

Se marcaron un total de 1008 hembras anidadoras, de las cuales ninguna presentaba marcas previas, ni orificios o cicatrices que hiciesen suponer que las tuvieran en el pasado. Trescientas treinta y cuatro correspondieron a hembras de arribada, y 664 a hembras solitarias. Se lograron recapturar 76 hembras, las cuales presentaron un periodo promedio de entrepuestas de 33.08 días (min: 6 días, max: 64 días). Se observaron 32 hembras que anidaron tanto de manera solitaria como en arribada. Asimismo se contabilizaron 42 hembras que anidaron tanto en las arribadas de setiembre y noviembre. Esto concuerda con lo observado en la década de los 80's, en donde se asevera que las hembras anidan tanto solitariamente como en arribada (Cornelius y Robinson 1985). Únicamente se tuvo el registro de una tortuga que fue recaptura en dos ocasiones anidando. Este periodo es superior al estimado anteriormente en Playa Nancite (28 días), pero bastante cercano. Por otra parte, solamente se tuvo el registro de una hembra marcada en Playa Nancite, anidando en otra playa. Esto ocurrió con la tortuga 04695, la cual fue recapturada en Playa Naranjo el 14 de febrero de 2011. Dicha tortuga había sido previamente marcada en Playa Nancite, el 29 de diciembre de 2010.

4.1.4. Biometría de las hembras anidadoras

El largo curvo de caparazón (LCC) promedio de las hembras de tortuga lora medidas en Playa Nancite fue de 66.4 cm (DE = 2.73) (Cuadro 1). El ancho curvo de caparazón (ACC) promedio fue de 71.5 cm (DE = 2.91). Estas medidas son menores a los valores medios registrados en Playa Nancite en la temporada 1997-1998 (Clusella Trullas 1998), pero similares a las de 2009-2010. Lamentablemente no existe datos sobre de años previos, ya que en los 80's y 90's se realizaban mediciones rectas, que no son comparables con las actuales. El tamaño mínimo y máximo registrado coincide con lo documentado en años previos.

Cuadro 1. Tamaño de las hembras de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) durante la temporada 2010-2011, Playa Nancite, Costa Rica.

Rubros	Promedio	Mínimo	Máximo
LCC (cm)	66.4	55.0	77.0
ACC (cm)	71.5	61.5	81.7

4.2. Rendimiento de los nidos

El porcentaje de emergencia general para las nidos de arribada fue de 58.27 % (SD = 36.02, n = 339), lo cual representa el valor más alto registrado para Playa Nancite desde su descubrimiento en 1971 (Hughes y Richard 1974, Cornelius y Robinson 1985, Cornelius et al. 1991, Fonseca et al. 2009). El mayor porcentaje de emergencia lo presentaron los nidos de noviembre, seguido de los nidos de setiembre (Fig. 4). Sin embargo, no existe diferencia significativa entre meses, como es evidente en el traslape de los intervalos de confianza de los estimados (Fig. 4). Los nidos con el menor porcentaje de emergencia lo presentaron los nidos de diciembre y enero respectivamente. El porcentaje de emergencia general para los nidos solitarios de fue 50.08 % (SD = 33.88), n = 811), presentando los mayores porcentajes en agosto y julio, respectivamente (Fig. 5) Los menores porcentajes de emergencia se presentaron en febrero y diciembre, siendo considerablemente inferiores a los porcentajes registrados entre julio y noviembre.

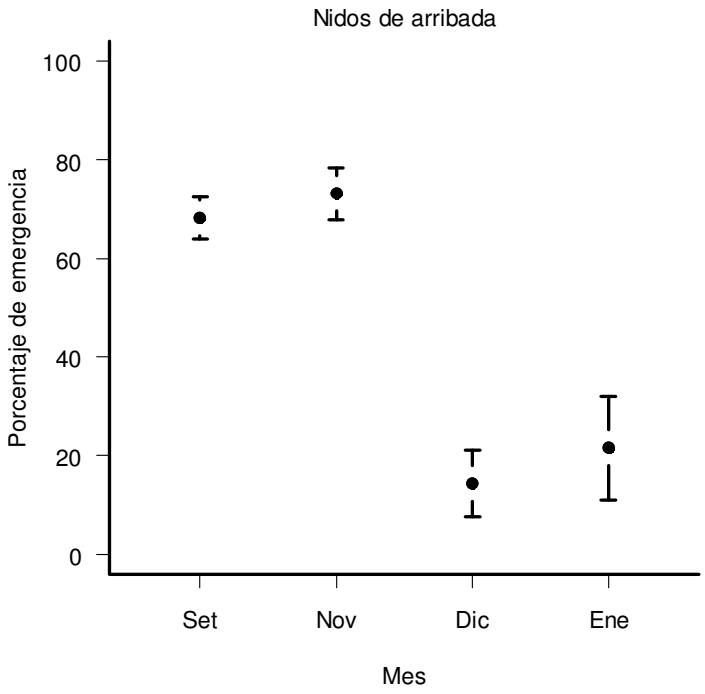

Figura 4. Porcentaje de emergencia (IC al 95 %) estimado por arribada, para los nidos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica.

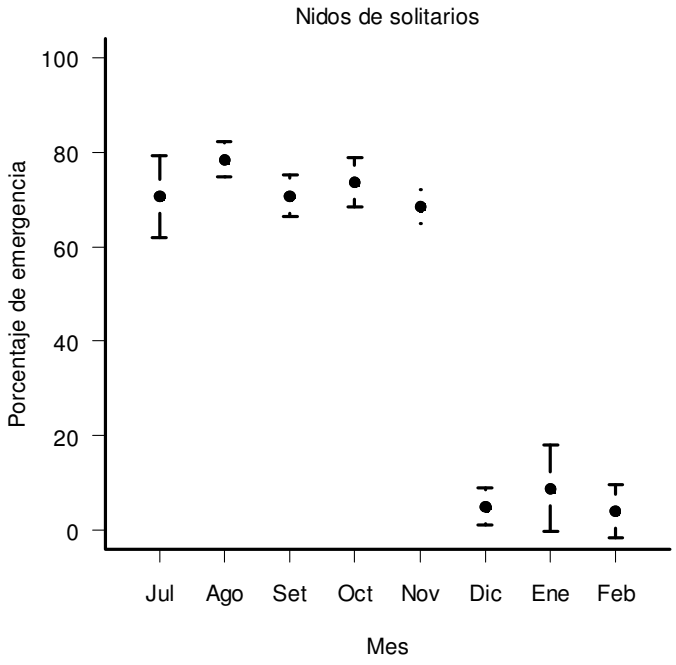

Figura 5. Porcentaje de emergencia (IC al 95 %) estimado por mes, para los nidos solitarios de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica.

La posible causa del elevado porcentaje de eclosión registrado en esta temporada se pudo deber a la fuerte erosión a que fue sometida la playa en mayo y junio, en donde la playa bajo entre 1m y 3m. Esto provoco que se diera una limpieza de la materia orgánica de la arena, proveniente de las cáscaras acumuladas de nidos no eclosionados durante la temporada anterior. El efecto de la materia orgánica fue evaluado en Playa Nancite en el pasado, observándose una diferencia de hasta un 75% en el porcentaje de eclosión entre nidos ubicados en playa abierta y nidos ubicados en arena limpia (sin restos de cáscaras).

Otra causa que contribuyó en el porcentaje de eclosión fueron las precipitaciones que se presentaron entre julio y noviembre, ya que fueron constantes pero sin llegar ser excesivas. Contrario a lo presentado en la temporada 2009-2010, en donde las precipitaciones fueron escasas y las temperaturas fueron extremadamente altas. Incluso el porcentaje de eclosión no superó el 5% en noviembre, llegando a ser cero en enero y febrero. Esto debido a que a la falta de humedad de la arena puede ser un factor que reduce el desarrollo embrionario en huevos de tortugas marinas, como fue documentado experimentalmente para nidos de tortuga cabezona (McGehee 1990). Se encontró que nivel óptimo para producir neonatos fue cercano al 25 % de humedad en la arena, debido a que en los huevos en esta condición pueden intercambiar con más facilidad oxígeno, agua y nutrientes con el medio por el proceso de absorción (Ackerman 1997).

Asimismo, es importante destacar la alta de supervivencia de los nidos, que fue principalmente influencia porque no ocurrió arribada en octubre. Esto permitió que los nidos de la arribada de setiembre tuvieran suficiente tiempo para eclosionar, y no se depredados por otras tortugas. Además, esto evitó que se diera competencia por oxígeno entre nidos de arribadas simultaneas, lo cual ha sido observado como un factor que reduce el porcentaje de eclosión en nidos de tortuga lora (Honarvar et al. 2008). Durante las arribadas de noviembre y setiembre se presentó la mayor producción de neonatos con 2070186 y 1498327, respectivamente. La menor producción de neonatos ocurrieron en enero y diciembre (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estimación de la producción de neonatos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por arribada durante el periodo de estudio, Playa Nancite, Costa Rica.

Parámetros	Setiembre	Noviembre	Diciembre	Enero
Número estimado de nidos	31350	28810	2000	1200
Porcentaje de nidos eclosionados	72.77	98.53	34.92	44.44
Número de nidos eclosionados	22813	28386	698	533
Número promedio de huevos por nido	96.09	98.26	93.65	88.77
Porcentaje de emergencia de los nidos	68.35	74.22	14.17	19.15
Neonatos producidos	1498327	2070186	9263	9061

Como consecuencia del porcentaje de emergencia y la tasa de supervivencia de los nidos observados en esta temporada, se registró la producción de neonatos más alta de la historia. Esto podría ser clave para la recuperación del tamaño de la población de tortuga lora de Playa Nancite, tal como fue señalado en el pasado (Valverde et al. 1998, Fonseca et al. 2009), ya que eventualmente estos deberían de reclutarse y anidar en la playa en el futuro.

4.3. Tortugas adultas muertas o depredadas

Un total de 17 tortugas lora muertas fueron encontradas en Playa Nancite durante el periodo de estudio (Cuadro 3). Ninguna de las tortugas presentaba marcas metálicas. Todas correspondían a hembras y tenían LCC promedio de 67.5 cm (min: 62.0, max. 72.0). Seis de la hembras fueron depredas por jaguar (*Panthera onca*) (Fig. 6), dos por cocodrilo (*Crocodrylus acutus*) y una por los zopilotes (*Cathartes aura*). Cuatro de las tortugas muertas ocurrieron durante arribadas y aparentemente murieron por agotamiento. Las restantes tortugas muertas aparentemente murieron ahogadas en trasmallos o redes, ya que no presentaban golpes o lesiones externas. Es importante destacar que diariamente se observan embarcaciones frente a la playa realizando actividades ilícitas, tanto con trasmallo como con palangre. Sin embargo, el ACG no cuenta con el equipo y el personal óptimo para combatir estas actividades, lo que hace necesario un trabajo conjunto entre guardacostas, ONG's y el Gobierno para tratar de revertir esta situación. Por otra parte, el

número de tortugas depredadas prácticamente no tienen ningún efecto negativo sobre la población de tortuga lora, ya que no significa ni siquiera un 0.5 % del número de hembras anidantes durante esta temporada. Más bien la tortuga lora puede ser un alimento importante dentro de la dieta de animales de un nivel trófico superior como es el caso del jaguar y el cocodrilo.

Cuadro 3. Detalles de las tortugas lora (*Lepidochelys olivacea*) adultas muertas o depredadas, Playa Nancite, Costa Rica (ND: no hay dato).

Fecha	LCC (cm)	ACC (cm)	Posible causa de muerte
29/07/10	ND	ND	Depredada por jaguar
04/08/10	ND	ND	Depredada por jaguar
10/08/10	ND	ND	Depredada por jaguar
31/08/10	67.5	71.0	Ahogada
22/09/10	ND	ND	Ahogada
25/09/10	ND	ND	Depredada por cocodrilo
01/10/10	68.0	73.5	Agotamiento
02/10/10	64.5	68.0	Agotamiento
23/10/10	62.0	69.0	Ahogada
01/11/10	69.5	64.0	Depredada por cocodrilo
29/11/10	67.0	72.5	Agotamiento
29/11/10	62.0	69.7	Agotamiento
02/12/10	ND	ND	Depredada por jaguar
30/12/10	69.0	73.5	Ahogada
26/01/11	72.0	68.5	Depredada por zopilotes
28/01/11	71.0	65.0	Depredada por jaguar
28/01/11	69.5	64.0	Depredada por jaguar

Figura 6. Tortuga lora *(Lepidochelys olivacea*) depredada por jaguar (*Panthera onca*), 2 de diciembre de 2010, Playa Nancite, Costa Rica.

5. CONCLUSIONES

- Tamaños de arribadas similares a las ocurridas durante esta temporada, no se presentaban desde 1999, sin embargo, no se puede aseverar si esto es una recuperación de la población, ya simplemente para que para confirmar esto se debe de continuar con el monitoreo.

- Factores bióticos como la erosión de la playa, pueden contribuir positivamente en el porcentaje de eclosión en playas de arribada. Por tanto, es importante contar con información anual sobre las poblaciones, de manera que permita realizar conclusiones más fuertes sobre la condición de éstas.

- La producción de neonatos registrada en este estudio sugiere que la población posiblemente se puede recuperar en algunas décadas, por lo que el estudio de la población de Playa Nancite a largo plazo, puede explicar la dinámica poblacional de la tortuga lora que anida en arribada alrededor del mundo, con lo cual se podrían aplicar mejores medidas de conservación y manejo para la especie.

- El proyecto de monitoreo se ha fortalecido con el reinició del programa de marcaje, el cual a largo plazo puede generar información relevante acerca del los movimientos entre puestas, duración de los mismos, áreas de alimentación, tasas de superviviencia y número de puestas por temporada. Por tanto, debe incrementarse convenio con NOAA y Drexel Universtiy para aumentar el número de marcas disponibles por temporada.

- El Proyecto de Monitoreo de las Tortugas Marinas de Playa Nancite, continúa fortaleciéndose, ya que se genera investigación, protección y educación, lo que permitirá la conservación de las tortugas marinas a largo plazo.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Róger Blanco y al Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones por facilitar los permisos de investigación y el alojamiento en la estación. A Jeff Seminoff y Carlos Mario Orrego por el suministro de marcas metálicas. Asimismo se agradece a Barbara Saintes, Jennifer Kosubek, Jennifer Neeve y Karla Barrientos por su colaboración en el trabajo de campo. A los guardaparques Luis Fernando Garita, Juan Pablo Gazo, Carlos Zúñiga y Ronald Navarro por colaborar con el alojamiento en Playa Naranjo. A Eduardo Carrillo y Luis Diego Alfaro por el apoyo en el transporte.

7. REFERENCIAS

Ackerman, R.A. 1997. The nest environment and embryonic development of sea turtle. In P.L. Lutz y J. A. Musick, (Eds.). The biology of sea turtles. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida. pp. 83-106.

Bernardo, J. y P.T. Plotkin. 2007. And evolutionary Perspective on the Arribada Phenomenon and Reproductive Behavioral Polymorphism of Olive Ridley Sea Turtles

(*Lepidochelys olivacea*). In: P.T. Plotkin (Ed.). Biology and Conservation of Ridleys Sea Turtles. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. pp. 59-87.

Chacón D.; J. Sánchez; J. Calvo y J. Ash. 2007. Manual para el Manejo y la Conservación de las Tortugas Marinas en Costa Rica; con Énfasis en la Operación de Proyectos en Playa y Viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).Gobierno de Costa Rica. San José, Costa Rica. 103p.

Cornelius, S.E. y D.C. Robinson. 1982. Abundance, Distribution and Movements of Olive Ridley Sea Turtles in Costa Rica. II. Technical Report on U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C.

Cornelius, S.E y D.C. Robinson. 1985. Abundance, distribution and movements of olive ridley sea turtles in Costa Rica. Final Report 1980-1985 submitted to: Fish and Wildlife Service and World Wildlife Fund, Washington, D.C., USA. 134p.

Cornelius, S.E. y D.C. Robinson. 1986. Post-nesting movements of female olive ridley turtles tagged in Costa Rica. Vida Silvestre Neotropical 1: 12-23.

Cornelius, S.E., M. Alvarado, J.C, Castro, M. Mata Del Valle y D.C. Robinson. 1991. Management of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) nesting at playas Nancite and Ostional, Costa Rica. In: Robinson, J. y K. Redford. (Eds.). Neotropical Wildlife Use and Conservation. The University of Chicago Press., Chicago. pp. 111-135.

Clusella Trullas, S. 1998. Monitoring of Olive Ridley Sea Turtle Populations at Nancite Beach, Santa Rosa National Park, Costa Rica. Report to the Programa Regional en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Nacional, Heredia, 25p.

Clusella Trullas, S. y F.V. Paladino. 2007. Micro-environment of olive ridley turtle nests deposited during an aggregated nesting event. Journal of Zoology 272: 367-376.

Eckrich, C.E. y D.W. Owens. 1995. Solitary versus arribada nesting in the olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*): a test of the predator-satiation hypothesis. Herpetologica 51: 349-354.

Fonseca, L.G., G.A. Murillo, L. Guadamúz, R.M. Spínola y R.A. Valverde. 2009. Downward but Stable Trend in the Abundance of Arribada Olive Ridley Sea Turtles (*Lepidochelys olivacea*) at Nancite Beach, Costa Rica (1971- 2007). Chelonian Conservation and Biology 8: 19-27.

Francia, A.L. 2004. Predación y eclosión en nidos solitarios y de arribada de tortugas loras (*Lepidochelys olivacea*), baulas *(Dermochelys coriacea*), negras (*Chelonia mydas*

agassizi) en las playas Nancite y Naranjo e incidencia humana sobre las anidaciones de tortugas marinas en Playa Junquillal, Costa Rica. Tesis, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Gates, C.E., R.A. Valverde, C.L. Mo, A.C. Chaves, J. Ballestero y J. Peskin. 1996. Estimating arribada size using a modified instantaneous count procedure. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics 1: 275-287.

Honarvar, S., M.P, O'Connor, y J.R. Spotila. 2008. Density-dependent effects on hatching success of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*. Oecologia 157: 221-230.

Hughes, D. y J. Richard. 1974. The nesting of the pacific ridley turtle *Lepidochelys olivacea* on Playa Nancite, Costa Rica. Marine Biology 24: 97-107.

McGehee, M. A. 1990. Effects of Moisture on Eggs and Hatchlings of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). Herpetologica 46: 251-258

Mo, C.L., I. Salas, y M. Caballero. 1990. Are fungi and bacteria responsible for olive ridley's egg loss? In: Richardson, J.I., T.H. Richardson y M. Donnelly. (Eds.). Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-278. pp. 249-252.

Mendonça, M.T. y P.C. Pritchard. 1986. Offshore movements of post-nesting kemp's ridley turtles (*Lepidochelys kempi*). Herpetologica 42: 373-381p.

National Researh Council. 1990. Decline of the sea turtles: causes and prevention. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 189p.

Orrego, C.M. 2002. Causas antrópicas y naturales en la mortalidad de las tortugas baula (*Dermochelys coriacea*), lora (*Lepidochelys olivacea*) y verde (*Chelonia mydas agassizi*), en la costa Pacífica de Costa Rica. Tesis de maestría. Programa Regional de Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional. Costa Rica.

Owens, D.W. 1980. The comparative reproductive physiology of the sea turtles. American Zoologist 20: 549-563.

Pankratz, S. 1997. Monitoring of Olive Ridley Sea Turtle Populations at Nancite Beach, Santa Rosa National Park, Costa Rica. Report to the Programa Regional en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Nacional, Heredia, 14p.

Richard, J.D. y D.A. Hughes. 1972. Some observations of sea turtle nesting activity in Costa Rica. Marine Biology 16: 297-309.

Valverde, R.A., S.E. Cornelius y C.L. Mo. 1998. Decline of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) nesting assemblage at Nancite beach, Santa Rosa National Park, Costa Rica. Chelonian Conservation and Biology 3: 58-63.

Valverde, R.A. y C.E. Gates. 1999. Population surveys on mass nesting beaches. In: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. (Eds.). Research and 24 Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles; IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. pp. 56-60.

Wibbels, T., Rostal, D.C. y Byles, R. 1998. High pivotal temperature in the sex determination of the olive ridley sea turtle from Playa Nancite, Costa Rica. Copeia 1086-1088.