



**REPORTE DE LA ANIDACIÓN
DE TORTUGA LORA
Lepidochelys olivacea
(TEMPORADA 2019-20)**

**Playa Nancite, Parque Nacional Santa
Rosa**



Brun del Ré



Luis G. Fonseca Stephanny Arroyo,
Ian Thomson , Wilbert N. Villachica,
Eduardo Rangel, Eric Palola, Monique
Gilbert, Didiher Chacón, Rebeca
Zeledón & Roldán A. Valverde

CONTENIDO

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
MATERIALES Y METODOS	5
ÁREA DE ESTUDIO	5
PATRULLAJES DE PLAYA	5
ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS ARRIBADAS	5
MARCAJE DE LAS HEMBRAS	6
BIOMETRÍA DEL CAPARAZÓN	6
MARCAJE DE LAS NIDADAS	6
EXHUMACIÓN DE NIDADAS	6
TORTUGAS ADULTAS MUERTAS O DEPREDADAS	6
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
NIDADAS DE ARRIBADA	7
NIDADAS SOLITARIAS	8
NÚMERO DE HEMBRAS MARCADAS	9
PORCENTAJE DE EMERGENCIA Y PRODUCCIÓN DE NEONATOS	10
TORTUGAS ADULTAS MUERTAS O DEPREDADAS	11
INDICADORES PRONAMEC	13
ÁREA FÍSICA DISPONIBLE COMO SITIO PARA EL ANIDAMIENTO	13
NÚMERO DE NIDADAS	13
PORCENTAJE DE EMERGENCIA	14
PORCENTAJE DE FERTILIDAD	15
AGRADECIMIENTOS	16
REFERENCIAS	17

RESUMEN

Desde el 01 de agosto de 2019 hasta 28 de febrero de 2020, 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 nidadas solitarias y se marcaron las hembras anidantes. Además, se contabilizaron las tortugas muertas por depredadores naturales. Durante la temporada se presentaron cinco arribadas siendo la de noviembre y la de octubre las de mayor tamaño, respectivamente. Se cuantificaron 716 anidaciones solitarias durante 212 noches de patrullaje, para un promedio de 3,65 nidadas/noche. Durante el periodo de estudio se marcaron un total de 531 hembras anidadoras, de las cuales se lograron recapturar ocho lo que representa un 1.51% del total de tortugas marcadas. El porcentaje de emergencia para las nidadas de arribada fue de 38,26% (SD = 32,03, n = 328), y se estimó que las arribadas produjeron un total de 3.317.752 neonatos. La producción de neonatos desde la temporada 2009-10 ha sido 5,77 veces mayor que la estimada en el periodo 1981-1984, momento en que las arribadas en Nancite superaban las 100,000 hembras, y donde el porcentaje de nidadas eclosionadas no superaba el 35%. Dado esta combinación de factores, es posible que el reclutamiento se esté incrementando, lo que podría provocar la recuperación de la población en un mediano plazo. No obstante se requiere la continuación del programa de monitoreo para corroborar si esto ocurre. Se recomienda la continuación del Proyecto de Monitoreo de Tortugas Marinas en Playa Nancite, para seguir generando información científica que permita diseñar acciones de manejo y conservación que propicien la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas en el Pacífico de Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

La regulación de una población resulta de la interacción con factores dependientes y factores independientes de la densidad de la población (Ray & Hastings 1996; Hixon et al. 2002; Sibly et al. 2005). En el caso del microambiente del nido de las tortugas marinas existen factores independientes como la temperatura de incubación de los huevos (Ackerman 1997), la precipitación (Ragotzkie 1959; Matsuzawa et al. 2002; Houghton et al. 2007), el tamaño de las mareas (Foley et al. 2006; Caut et al. 2010) y la presencia de depredadores (Cornelius et al. 1991; Eckrich & Owens 1995); que influyen directamente en la regulación sin importar cuál sea el número de individuos presentes. Sin embargo, también existen factores dependientes de la densidad que influyen sobre el rendimiento de las nidadas (Honarvar et al. 2008). El efecto de la densidad de nidadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) ha sido discutido ampliamente, y es considerada como la principal causa de la drástica disminución del tamaño de las arribadas en Playa Nancite (Valverde et al. 1998; Fonseca et al. 2007). La arribada es la anidación masiva sincronizada de cientos o miles de tortugas lora durante una noche o varias noches consecutivas (Bernardo & Plotkin 2007).

Playa Nancite se localiza en el Pacífico Norte de Costa Rica, y fue descubierta por la comunidad científica en 1970, durante unos sobrevuelos para la búsqueda de playas de anidación de tortugas marinas (Richard & Hughes 1972). Nancite sobresale de las otras playas de arribada por la ausencia de saqueo de huevos por seres humanos, como consecuencia de su acceso remoto y por ser parte del Parque Nacional Santa Rosa (Cornelius & Robinson 1985; Cornelius et al. 1991). A pesar de estas condiciones, el tamaño, la frecuencia y la duración de las arribadas empezó a disminuir desde 1983 (Valverde et al. 1998), hasta alcanzar un 90 % en 2007 (Fonseca et al. 2009). Se presume que esta reducción fue causada por la baja tasa de reclutamiento de la población, durante los años en que ocurrían las grandes arribadas, en donde se sobrepasó la capacidad de carga de la playa para soportar la incubación de los embriones como consecuencia de la densidad de huevos (Valverde et al. 1998; Fonseca et al. 2009). Honarvar et al. (2008) probaron esta hipótesis en Playa Nancite en condiciones experimentales, y determinaron que la densidad de nidos incrementa la temperatura de incubación y reduce la disponibilidad de O₂ en el medio, lo que deriva en un menor porcentaje de eclosión. Asimismo, la densidad de nidos deriva en un incremento en la proliferación de microorganismos descomponedores de materia orgánica resultante de los huevos que son sobre-escavados por las tortugas y los restos de los huevos no eclosionados que continúan enterrados en la arena (Mo et al. 1990, Mo et al. 1995; Clusella Trullas & Paladino 2007; Honarvar et al. 2011).

Se ha demostrado que la limpieza de la arena con medios físicos (uso de un tamiz) o con medios químicos incrementa considerablemente el porcentaje de eclosión de los huevos (Clusella-Trullas & Paladino 2007; Honarvar et al. 2008; Bézy et al. 2015). No obstante, en Playa Nancite puede que el efecto mezclado de la densidad y la presencia de microorganismo no esté afectando de manera tan fuerte el rendimiento de nidos, ya que se ha demostrado que la producción de neonatos durante el 2007 (Fonseca et al. 2009). Este aumento de la producción se asoció con una densidad de nidos tres veces mayor durante la temporada de 1984 y un mayor número de nidos exitosos durante 2007. Para evaluar si este dato no es un hecho aislado, en informe se muestran los datos colectados durante la temporada 2019-20.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Playa Nancite se localiza en la costa Pacífica de Costa Rica (10°48'N, 85°4'O), dentro del Parque Nacional Santa Rosa, el cual pertenece al Área de Conservación Guanacaste (ACG) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). La playa no está afectada por la construcción de edificaciones, debido a su estatus de Parque Nacional. Posee una extensión de 1.050 m y se encuentra delimitada por dos formaciones rocosas de aproximadamente 50 m de alto que flanquean la playa en el extremo norte y sur. Los primeros 300 m de la playa alta y media están cubiertos por mangle de botoncillo (*Conocarpus erecta*), que normalmente se convierte en el límite de la línea de marea alta. En el centro de la playa se ubica un estero, que normalmente se encuentra desconectado del mar y representa la zona más ancha de la playa (hasta 45 m de longitud a partir de la línea de marea alta a la vegetación). Desde el centro de la playa hasta el extremo sur, el ancho de la playa puede oscilar entre 5 m y 20 m dependiendo de las variaciones en las mareas. La vegetación frente a esta parte de la playa, está compuesta principalmente por árboles aislados de majagua (*Hibiscus tiliaceus*) y Brasil (*Haematoxylon brasiletto*). Bajo estos árboles crece zacate salado (*Distichlis spicata*) y bejuquillo de playa (*Ipomoea pes-caprae*).

Patrullajes de playa

Se realizaron recorridos por la playa durante las noches desde el 01 de agosto de 2019 hasta el 28 de febrero de 2020. El horario de trabajo fue entre las 20:00h y las 04:00h. Durante la mañana se realizó un patrullaje diurno para verificar si hubo actividades de anidación luego de la finalización del patrullaje nocturno.

Estimación del tamaño de las arribadas

Para la estimación del número de tortugas anidantes en el fenómeno de arribada se empleó el método de transectos por franjas en un tiempo definido (Valverde & 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. 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 estimó así:

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

en donde: M = número estimado hembras anidadoras, A = área total disponible para las anidaciones (m²), 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 & 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 tomó en cuenta las hembras que se encontraran anidando, para evitar sobreestimar el tamaño de las arribadas (Valverde & Gates 1999), ya durante las arribadas se pudieron

observar tortugas caminando, cavando el nido y cubriendo el nido, las cuales no hay seguridad de que hayan desovado o que lo fueran a realizar (Cornelius & Robinson 1985).

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.

Biometría del caparazón

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.

Marcaje de las nidadas

Las marcas de las nidadas 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 nidada. Unido a este tubo se ató una botella de 600 ml vacía y con su respectiva tapa, para localizar la nidada externamente. Las nidadas se clasificaron en nidadas de arribada o solitarias, éstos últimos fueron aquellos que se depositaron en noches donde anidaron menos de 100 tortugas.

Exhumación de nidadas

Luego de los 50 días de incubación se realizó la exhumación de las nidadas. Se contabilizaron las cáscaras, neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con desarrollo y sin desarrollo. Los huevos con desarrollo fueron clasificados en cuatro categorías, 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.

Tortugas adultas muertas o depredadas

A cada tortuga muerta o depredada en la playa se le tomaron los datos biométricos, registro fotográfico y se intentó determinar la posible causa de la muerte. En caso de las tortugas depredadas por jaguar, se procedió a colocar una cámara trampa frente al cadáver de la tortuga para tratar de identificar al jaguar que depredó la tortuga. Los jaguares fueron identificados de acuerdo al patrón de sus manchas en el cuerpo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nidadas de arribada

Durante el periodo de estudio se registraron un total de cinco arribadas. La arribada de mayor tamaño ocurrió entre los días 20 y 21 de noviembre con un total de 27.439 hembras anidantes, seguida de la segunda arribada de octubre con 26.301 hembras (Fig. 1). Esta última arribada ocurrió entre 25 y 28 de octubre de 2019.

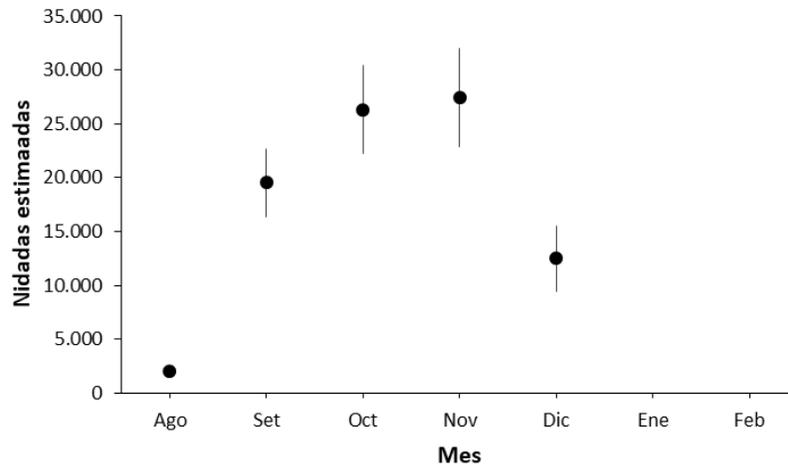


Figura 1. Estimación del tamaño de las arribadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) (IC al 95 %) durante la temporada 2019-20, Playa Nancite, Costa Rica.

El número de nidadas de arribada registradas durante esta temporada, fue inferior ligeramente superior a lo registrado en la temporada anterior, sin embargo, no sobrepasó lo observado en la temporada 2017-18, en donde se superaron las 100 mil nidadas (Fig. 2). El análisis de tendencia poblacional de las arribadas en Playa Nancite, muestra que la población se ha incrementado un 13% (IC al 95%: 10% - 17%) desde la temporada 2007-08 (Fig. 3). Sin embargo, la población aún sigue presentando valores muy inferiores a lo que ocurría a inicios de los 80's. En el cuadro 1 se muestran la tasa de cambio de las arribadas por década, en comparación a lo estimado en 1980-81.

Cuadro 1. Estimación del porcentaje de cambio en la abundancia de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica.

Periodo	Porcentaje de cambio (IC al 95%)
1980-81 / 1989-90	-84% (-93%, -75%)
1980-81 / 1999-00	-82% (-89%, -69%)
1980-81 / 2009-10	-93% (-96%, -78%)
1980-81 / 2019-20	-83% (-86%, -75%)

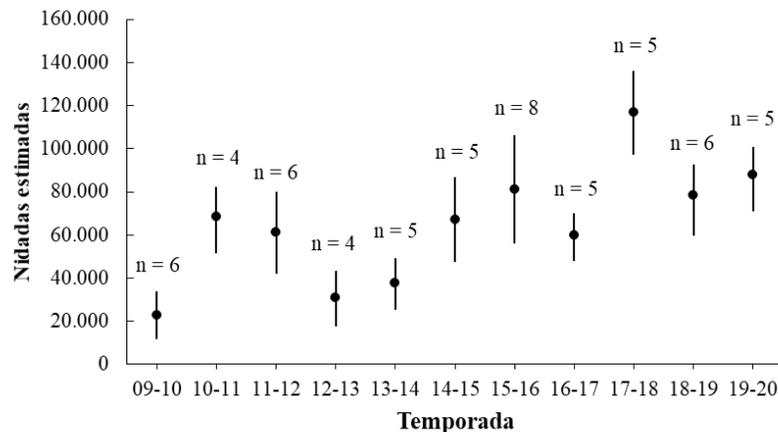


Figura 2. Comparación del estimado del tamaño de las arribadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) ocurridas en Playa Nancite desde la temporada 2009 – 2010.

Este incremento puede deberse a la posible incorporación de nuevos individuos a la población. Esto como consecuencia del incremento de la producción de neonatos durante los últimos 15 años, como consecuencia de una menor densidad de nidos incubándose simultáneamente (Fonseca et al. 2009, Fonseca et al. 2011, Fonseca et al. 2016). No obstante, se deberá de seguir con el monitorio de las arribadas en Playa Nancite para comprobarlo.

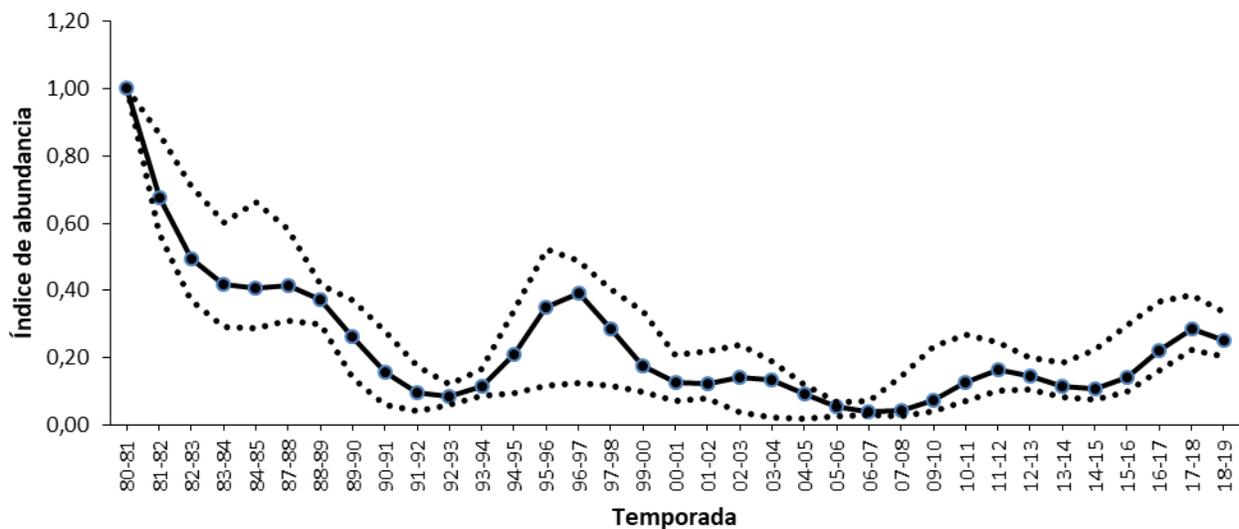


Figura 3. Trayectoria del índice de abundancia para el tamaño de las arribadas de la Playa Nancite (1980- 81-2019-20). La línea continua muestra la curva de abundancia derivada del GAM con 12 grados de libertad, y las líneas discontinuas representan los intervalos de confianza al 95%, dados por el bootstrap.

Nidadas solitarias

Se cuantificaron 716 anidaciones solitarias durante 196 noches de patrullaje, para un promedio de 3,65 nidadas/noche. La mayor cantidad de nidadas solitarias se presentó en agosto y octubre, con 254 y 1486

nidadas. La menor cantidad de nidos ocurrió en febrero con 22, coincidiendo con el patrón típico observado en Nancite (Fig. 4).

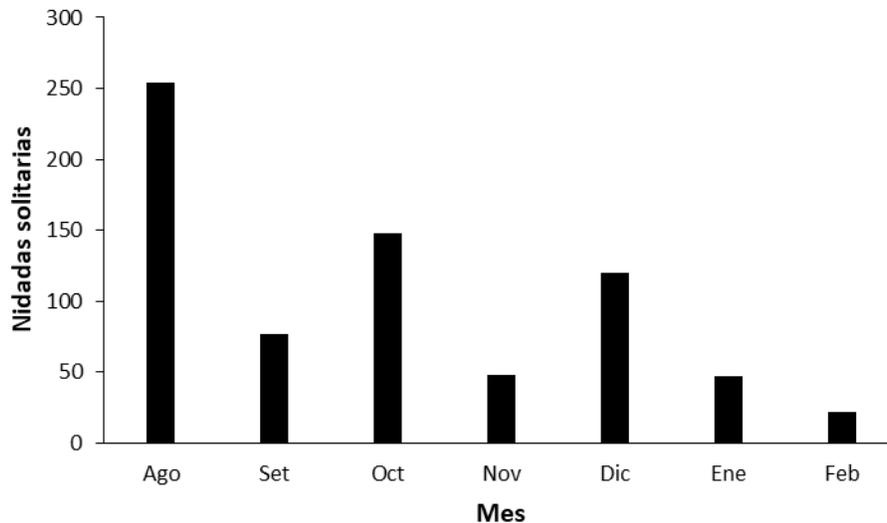


Figura 4. Número de nidadas solitarias de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por mes, Playa Nancite, Costa Rica.

Número de hembras marcadas

Durante el periodo de estudio se marcaron un total de 531 hembras anidadoras, de las cuales se lograron recapturar ocho, lo que representa una tasa de recaptura del 1.51%. Este porcentaje es inferior al observado en las temporadas 2010-11, 2011-12, 2012-13 y 2014-15, temporadas en donde se realizó un esfuerzo de muestreo mayor (Cuadro 2). Esta temporada no contamos con marcas desde el inicio de la temporada, ya que hasta noviembre llegaron al país, por lo que casi no se marcaron tortugas entre agosto y la primera quincena de noviembre. Debido a esto, los datos de esta temporada no son comparables con los de anteriores temporadas.

En términos generales, si comparamos la tasa de recaptura actual, con lo registrado en los 80's es bastante similar. No obstante, existen tres razones que hacen más relevante la información recabada en este estudio: 1) la cantidad de tortugas marcadas en los 80's fue de 31000, contrario a este estudio en donde se han marcado menos de 10000 tortugas, lo cual reduce la probabilidad de recaptura; 2) durante este estudio los patrullajes se han efectuado durante todas las noches, incluyendo tortugas solitarias y de arribada, lo que brinda información más confiable de cada hembra, ya que un porcentaje importante de tortugas anidan bajo las dos estrategias reproductivas; y 3) en los 80's el marcaje se realizó entre agosto y noviembre, mientras que este trabajo abarcó todos los meses del año en algunas temporadas, por lo que están marcadas hembras que anidan fuera del pico de la anidación, que podrían mostrar comportamientos diferentes. Sin embargo, es claro que la retención de marcas es bastante baja, ya que la piel de la tortuga se desgarrará con facilidad, lo que hace que las marcas se desprendan. Sería interesante si se probara con otro tipo de marca que incremente la retención de la marca y permita mejorar los datos que se obtienen a través del programa de marcaje a largo plazo.

Cuadro 2. Marcaje y recaptura de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), Playa Nancite, Costa Rica.

Temporada	Tortugas marcadas	Tortugas recapturadas (n = 1,662)										Tasa recaptura (%)	
		10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20		
2010-11	1107	110	67	6	0	1	0	0	0	0	0	16,62	
2011-12	1536	-	213	17	5	4	0	0	0	0	0	15,56	
2012-13	1089	-	-	118	0	26	2	1	0	0	0	13,50	
2013-14	63			-	1	0	0	0	0	0	0	1,59	
2014-15	2257				-	249	20	2	0	1	0	12,05	
2015-16	1454					-	93	11	11	0	0	7,91	
2016-17	1540						-	-	127	91	20	15,45	
2017-18	2149								-	227	74	14,01	
2018-19	1156										153	13,24	
2019-20	531											8	1,51
Total	12882	110	280	141	6	280	115	141	329	248	12	12,90	

Porcentaje de emergencia y producción de neonatos

El porcentaje de emergencia general para las nidas de arribada fue de 38,26% (SD = 32,03, n = 328), n = 203). El mayor porcentaje de emergencia lo presentaron las nidadas de noviembre, seguido de las nidadas de agosto (Fig. 5). Las nidadas con el menor porcentaje de emergencia fueron los depositados en la arribada de diciembre. Se estimó que las arribadas de la temporada 2019-20 produjeron un total de 3.317.752 neonatos. La mayor cantidad de neonatos se dio en noviembre, en donde se produjeron el 40,94% de total de los neonatos emergidos. En comparación a la producción histórica de neonatos durante las últimas once temporadas, esta representa la cuarta cifra más alta, superando considerablemente a las temporadas 2007-08, 2009-10 y 2012-13. La producción de neonatos de las últimas once temporadas estudiadas ha sido 5,78 veces mayor que la estimada en el periodo 1981-1984, momento en que las arribadas en Nancite superaban las 100,000 hembras, y donde se cree que la capacidad de carga de la playa para producir neonatos estaba sobrepasada.

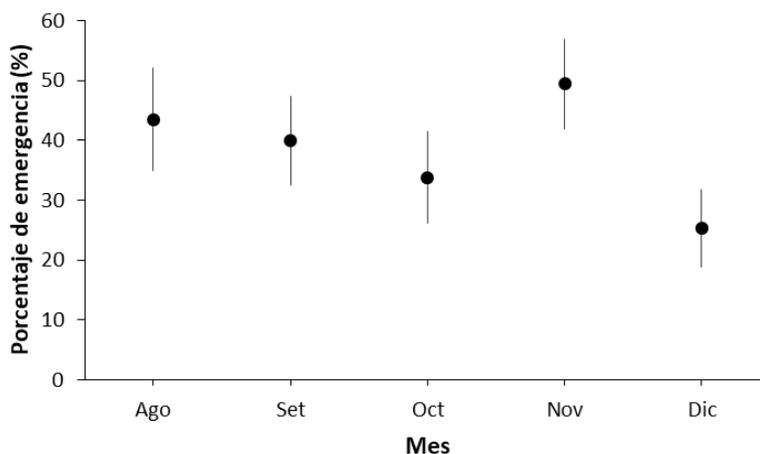


Figura 5. Estimación del porcentaje de emergencia de las nidadas de tortuga de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) por mes (IC al 95%), Playa Nancite, Costa Rica.

Cuadro 3. Comparación de la estimación de la producción de neonatos para las arribadas de la temporada 2019-20 en Playa Nancite.

Parámetro	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Nidadas marcadas	61	69	65	65	68	328
Nidadas a término	56	60	56	57	63	292
% nidadas a término	91,80	86,96	86,15	87,69	92,65	89,05
Nidadas a término	1836	16968	22659	24062	11559	77084
Porcentaje de emergencia nidadas a término	47,40	45,95	39,31	56,36	27,37	43,28
Porcentaje de emergencia general	43,52	39,96	33,87	49,42	25,36	38,42
Nidadas por arribada	2.000	19.513	26.301	27.439	12.476	87729
Número promedio de huevos	96,04	95,13	93,29	100,16	95,84	96,09
Huevos viables	176.336	1.614.149	2.113.888	2.410.039	1.107.781	7.422.193
Neonatos producidos	83.583	741.702	830.969	1.358.298	303.200	3.317.752

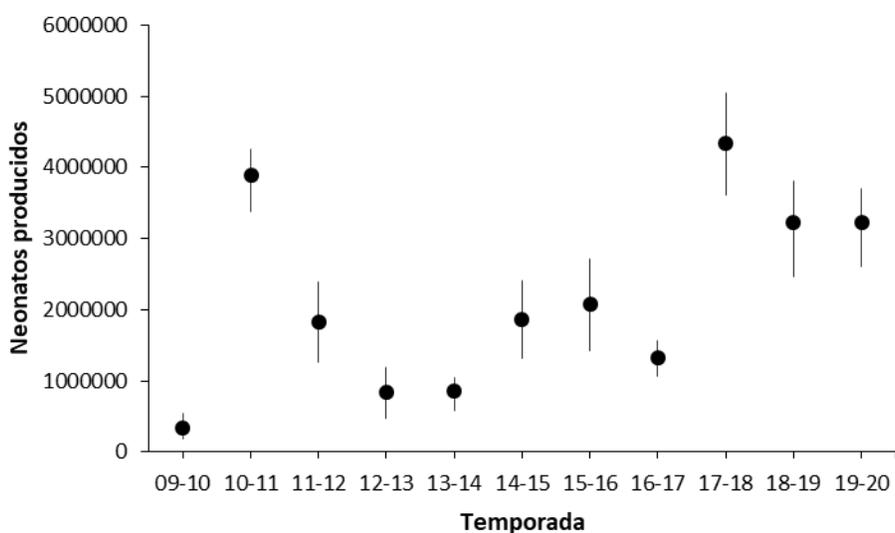


Figura 6. Estimación de la producción de neonatos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) para nidadas de arribada desde la temporada 2009-10, Playa Nancite.

Tortugas adultas muertas o depredadas

Un total de 59 tortugas lora muertas fueron encontradas en Playa Nancite durante el periodo de estudio. Cincuenta y seis de las tortugas correspondían a hembras depredadas por jaguar (*Panthera onca*) (Fig. 7) y tres por cocodrilo (*Crocodylus acutus*). 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.



Figura 7. Tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) depredada por jaguar, Playa Nancite, Costa Rica.

INDICADORES PRONAMEC

Área física disponible como sitio para el anidamiento

Este indicador se ha medido desde la temporada 2015-16. Esta temporada se evaluó en cuatro ocasiones. Los resultados se muestran a continuación:

Temporada		2019-20
Mes	Fecha	Área disponible (m ²)
Set	21-Sep-19	20.617
Oct	25-Oct-19	21.500
Nov	20-Nov-19	19.417
Dic	28-Dec-19	18.309
Promedio		19.961

La tendencia de este indicador demuestra una variación entre temporadas. El promedio observado esta temporada es similar al estimado para 2016-17, temporadas con los valores más altos (Fig. 8). De acuerdo ámbito de variación permisible incluido en el Protocolo de Playas de Anidación, este indicador presenta una calificación de **MUY BUENO**.

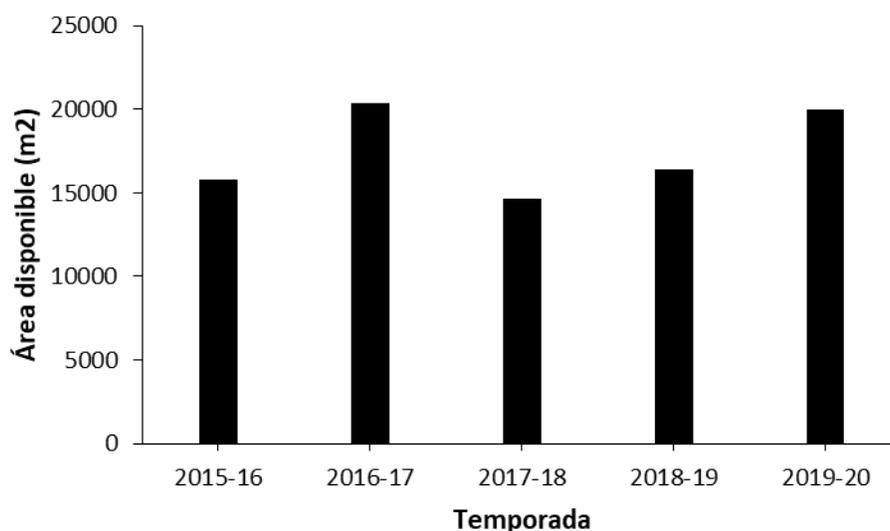


Figura 8. Datos históricos del indicador Área física disponible como sitio para el anidamiento, Playa Nancite, Costa Rica.

Número de nidadas

Este indicador se ha estimado desde la temporada 2009-2010. Los resultados se muestran en la Fig. 9. La tendencia de este indicador demuestra una variación entre temporadas, tal como ha reportado para todas la

especies de tortugas en distintas playas. De acuerdo ámbito de variación permisible incluido en el Protocolo de Playas de Anidación, este indicador presenta una calificación de **MUY BUENO**.

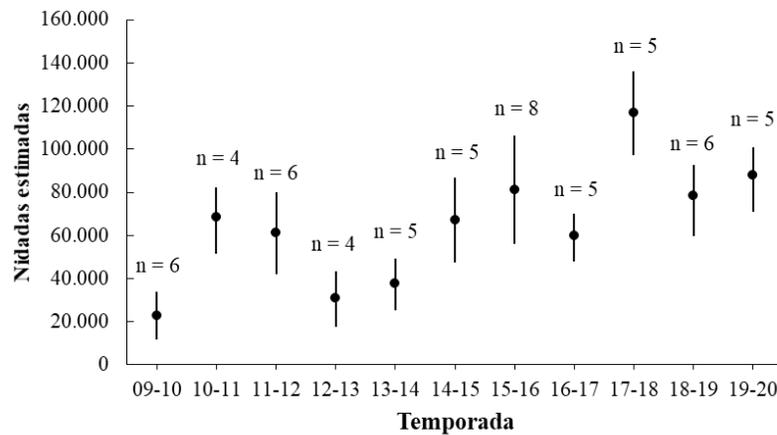


Figura 9. Comparación de la estimación de nidadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) ocurridas en Playa Nancite desde la temporada 2009 – 2010 (n= arribadas por temporada).

Porcentaje de emergencia

Este indicador se ha estimado desde la temporada 2009-2010. Los resultados se muestran en la Fig. 10. La tendencia de este indicador demuestra una variación entre temporadas. De acuerdo ámbito de variación permisible incluido en el Protocolo de Playas de Anidación, este indicador presenta una calificación de **BAJO**. Sin embargo, este indicador debe de analizarse cuidadosamente, ya que el protocolo fue construido para playas solitarias. En el caso de las playas de arribada, este indicador presenta valores muy por debajo de lo que ocurre en playas solitarias. De acuerdo a nuestro criterio, este indicador para Nancite podría considerarse como **BUENO**.

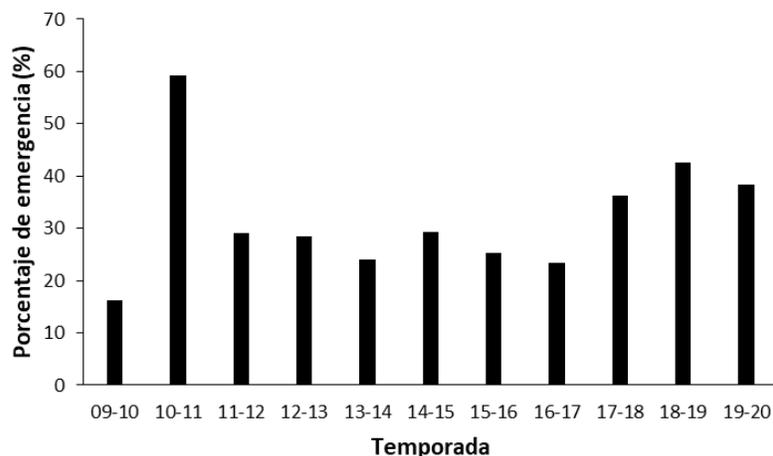


Figura 10. Comparación del porcentaje de emergencia de las nidadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) ocurridas en Playa Nancite desde la temporada 2009 – 2010.

Porcentaje de fertilidad

Este indicador se ha estimado desde la temporada 2015-2016. Los resultados se muestran en la Fig. 11. La tendencia de este indicador demuestra una variación entre temporadas. De acuerdo al ámbito de variación permisible incluido en el Protocolo de Playas de Anidación, este indicador presenta una calificación de **BUENO**.

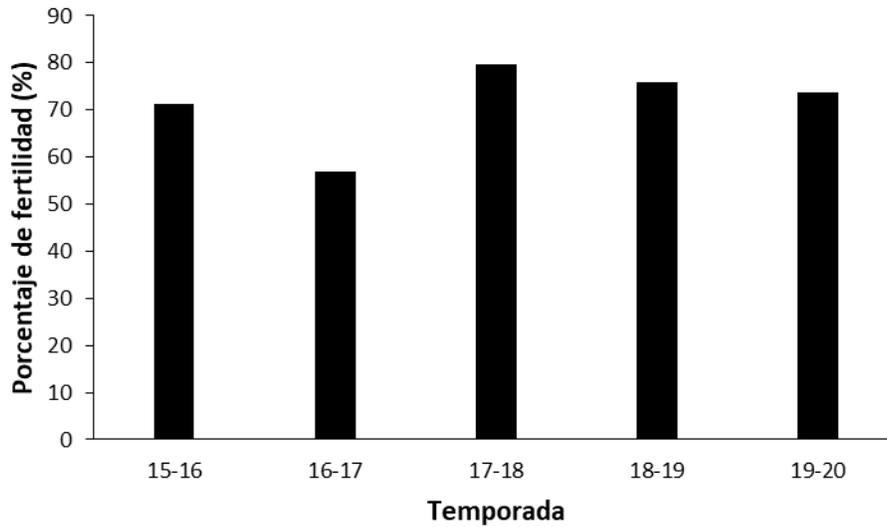


Figura 11. Comparación del porcentaje de fertilidad de las nidadas de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) ocurridas en Playa Nancite desde la temporada 2009 – 2010.

AGRADECIMENTOS

Se agradece a los funcionarios Roger Blanco, María Marta Chavarría, María Luisa Arias y Alejandro Masís por la colaboración brindada durante esta temporada y el otorgamiento del permiso de investigación. Asimismo se agradece a Juan Octavio Rodríguez por su colaboración en la logística del proyecto.



REFERENCIAS

- Ackerman, R. A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In: Lutz, P.L. and Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc. pp. 83–106.
- Bernardo, J. y P.T. Plotkin. 2007. An 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 Ridelys 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. 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., 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. 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.
- Gates, C.E., R.A. Valverde, C.L. Mo, A.C. Chaves, J. Ballesteros 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.
- Honarvar, S., J.R. Spotila, and M.P. O'Connor. 2011. Microbial community structure in sand on two olive ridley arribada nesting beaches, Playa La Flor, Nicaragua and Playa Nancite, Costa Rica. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 409: 339–344.

- 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.
- Ray, C. y A. Hastings. 1996. Density dependence: are we searching at the wrong spatial scale. *Journal of Animal Ecology* 65: 556-566.
- 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.
- Valverde, R. A., C. M. Orrego, M. T. Tordior, F. M. Gómez, D. S. Solís, R. A. Hernández, G. B. Gómez, L. S. Brenes, J. P. Baltodano, L. G. Fonseca y J. R. Spotila. 2012. Olive ridley mass nesting ecology and egg harvest at Ostional Beach, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 11:1–11.