

Caracterización físico-química de las playas Barú-Guapil para la anidación y el desarrollo óptimo de la tortuga lora *Lepidochelys olivacea* en Hacienda Barú, Puntarenas, 2017

Fabiola A. May,^{*,a} Carmín MacDonald,^a Armando Méndez Rodríguez^a and María José Muñoz,^a
^aUniversidad Latina de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Enviado: 28/01/2018 | **Revisión de Pares:** 03/07/2018 | **Aceptado:** 10/11/2018 | **Publicado:** 10/11/2018

Resumen

Las playas son ecosistemas únicos, donde se da un evento muy importante como lo es la anidación de las tortugas marinas. En este artículo, se determina, por medio de estudios físicoquímicos y revisión de registros de comportamiento de anidaciones en los últimos 9 años, si la morfología es óptima para la anidación y desarrollo de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y si el vivero se encuentra en los rangos adecuados para un desarrollo similar de hembras y machos; además, se desea determinar si existe un patrón de disminución en las anidaciones presenciadas en la zona, y sí es así, determinar el factor que lo puede estar provocando. Con base en estudio, se determinó que ambas playas poseen una pendiente no abrupta, la temperatura de 29 °C y humedad 11% adecuadas se encontraron en playa Guapil; en cuanto al tipo de arena, el vivero y playa Guapil presentan el nivel adecuado del 60%; para la calidad del agua, los datos obtenidos presentaron contaminación orgánica y por último el pH de los ríos y el mar presentó un rango ideal entre 4 a 9. Además, se determinó que el vivero podría estar desarrollando una mayor cantidad de hembras que de macho y que las anidaciones han disminuido significativamente en los últimos dos años.

Palabras clave: Tortuga lora, Playa Barú, Playa Guapil, temperatura, vivero

Abstract

Beaches are unique ecosystems, where there is a very important event such as the nesting of sea turtles. In this article, it is determined, by means of physicochemical studies and review of nesting behavior records in the last 9 years, if the morphology is optimal for the nesting and development of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) and if the nursery is found in the appropriate ranges for a similar development of females and males; In addition, we want to determine if there is a pattern of decrease in the nestings witnessed in the area, and if so, determine the factor that may be causing it. Based on the study, it was determined that both beaches have a steep slope, the temperature of 29 °C and humidity 11% were found in Guapil beach; As for the type of sand, the nursery and beach Guapil present the appropriate level of 60%; for water quality, the data obtained showed organic contamination and finally the pH of the rivers and the sea presented an ideal range between 4 to 9. In addition, it was determined that the nursery could be developing a greater number of females than male and that nesting has decreased significantly in the last two years.

Keywords: Kemp's ridley, Barú beach, Guapil beach, temperature, nursery

*Correspondencia con el autor: carminmacdonald@hotmail.com

Las playas de Barú y Guapil son playas de anidación solitaria (lo cual significa que existe una menor densidad de anidaciones por metro cuadrado) (Chacón et al. 2007), y hay temporada de anidación durante todo el año. Estas playas pueden ser afectadas por factores antropogénicos como el exceso de pesca, sobre todo de especies que son reguladores ambientales, exceso en la visitación turística, variaciones en la cantidad de sedimentos por extracción de material o construcción de infraestructura cerca de las áreas protegidas; sumado a la contaminación y cambio climático (Little & Kitching, 1996; Murray, 2007).

Para que un sitio sea óptimo para la anidación y desarrollo de tortugas marinas, debe cumplir con ciertas características: durante el período de incubación, hay factores propios de la playa que pueden afectar este proceso, como la temperatura de la arena, la humedad, tipo de grano y la cantidad de oxígeno disuelto, que han de estar presentes en el nido (Leslie et al. 1996). Es importante destacar que las playas pasan por modificaciones naturales con el paso del tiempo al no mantenerse en una misma posición y, por esto, cambian su configuración, perfil y base (Medina et al. 1995). Estos cambios se dan debido al tipo de oleaje, viento y marea; también por la costa, batimetría y la arena (Medina et al. 1995).

El factor temperatura determina el sexo de las tortugas marinas y aproximadamente en la quinta semana del desarrollo, se da la temperatura pivotal, siendo un punto térmico que dará como resultado si es hembra o macho (Gulko & Eckert, 2004). El valor de la temperatura pivotal para la tortuga lora es 29.13°C y este se relaciona con características como la profundidad del nido, humedad, presencia o no de sombra, materia orgánica, tipo y grano de arena y en qué condición se encuentre el nido (Mortiner, 1995; Ackerman, 1997; Godfrey & Mrosovsky, 2000; Gulko & Eckert, 2004). Asimismo, la humedad es otro factor importante de controlar durante el desarrollo de los embriones, ya que si es muy elevada podría dar lugar a la formación de hongos que dañen a los huevos (Chacón et al. 2007).

El estado de la arena de las playas y el tipo de grano es otro factor importante, por cuanto debe ser adecuado para los anidamientos de las tortugas y la formación de los neonatos, mientras se da la eclosión (Chacón et al. 2007). Para que la arena se encuentre en condiciones óptimas, debe estar igual o mayor al 60%, lo cual sugiere condiciones que favorecen a las especies características de estas playas. En caso de que se den modificaciones muy grandes en la arena, puede afectar dichos anidamientos (SINAC, 2016).

Lo anterior favorece la diversidad natural de distintas especies en la playa, actividades recreacionales y vistas escénicas dependiendo del tipo de sedimento y anidamiento de tortuga. Por lo tanto, cambios en la sedimentación puede variar la fauna del área (en sedimentos muy gruesos o muy finos y en arenas muy compactas, tiende a encontrarse menos especies que en sedimentos heterogéneos). Si los cambios en la compactación y tipo de grano son grandes, se puede afectar el anidamiento de las tortugas.

Para entender un poco más acerca de cómo se encuentra el ecosistema de las playas, el estudio de la calidad de los ríos que desembocan en el mar es importante para poder determinar si hay cambios negativos que influyen en él. El uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores es una manera de determinar la calidad de cuerpos de agua, ya que estos poseen una gran distribución y una adaptación ante distintas variables físico- bióticas (Lozano, 2005). Asimismo, pueden existir cambios en el uso del suelo que está cerca de los recursos hídricos, pues estos pueden presentar problemas como la degradación, ya sea por contaminación agroquímica, orgánica o por el incremento de la sedimentación (Hayward, 2005; Coutinho et al. 2009).

En cuanto a los viveros, estos poseen muchas ventajas como una proporción de los huevos desovados son resguardados de cualquier impacto, lo que facilita la protección, por otro lado, se logra documentar el éxito de eclosión, así como conocer la influencia de factores como la humedad, la temperatura y la manipulación, la producción de neonatos y el seguimiento del periodo de incubación, pueden ayudar a generar conocimiento técnico, así como hacer conciencia pública. Sin embargo, si este no tiene un manejo adecuado, podría producir el monosexado de los neonatos (producción de un solo sexo) o la compactación de la arena puede provocar un paso deficiente del oxígeno y la saturación de humedad.

Es importante la generación de datos de línea base para contar con información sobre cómo se encuentran las poblaciones de tortuga lora en el área y evaluar posibles medidas que pueden ser implementadas para la conservación del hábitat y la especie.

Por ello, el objetivo de este estudio es determinar por medio de estudios fisicoquímicos y revisión de registros de comportamiento de anidaciones en los últimos nueve años, si la morfología es óptima para la anidación y desarrollo de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y si el vivero se encuentra en los rangos adecuados para un desarrollo similar de hembras y machos; además, se desea determinar si existe un patrón de disminución en las anidaciones presenciadas en la zona y, si es así, determinar el factor que lo puede estar provocando.

1. Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo durante cuatro días, del 14 hasta el 17 de junio del 2017. Se realizó en dos playas vecinas en el Pacífico Central de Costa Rica: playa Barú y playa Guapil.

Entre las dos playas, hay un aproximado de 18.4 kilómetros y se encuentran separadas por un río de poco caudal llamado río Guapil. Se eligieron estas playas por ser en las que más se hacen monitoreos, y porque son las más cercanas al refugio y al vivero.

En cuanto al vivero, este posee un tamaño de 5x5 metros cuadrados y una profundidad de un metro; este fue instalado en el año 2007 y fue rellenado con arena de playa Barú que se encuentra a solo 300 metros de distancia, con el fin de que el proceso de traslado de los huevos sea lo más breve posible.

1.1 Factores físicos y químicos de las playas

1.1.1 Cobertura vegetal: Se hizo una observación directa de ambas playas, donde se determinó el tipo de cobertura vegetal de cada una, este factor es importante ya que de este depende la cantidad de sombra disponible.

1.1.2 Perfil de playa y longitud de berma: Se utilizó el procedimiento del Protocolo de Monitoreo Ecológico de las Playas Arenosas del SINAC con algunas variaciones. Este se realizó en cinco puntos fijos en las playas (Barú y Guapil). Al método se le dedicó una hora del primer día de trabajo para Guapil y una hora el segundo día para Barú, en ambas dos horas antes del pico de marea baja como lo indica el protocolo.

Se estableció un punto de referencia dentro de la vegetación terrestre (el cual se conoce como berma), con posicionamiento geográfico, donde se iniciaron las medidas. Con una cuerda numerada de 30 m, se midió el ancho de la berma desde el punto de referencia anterior hasta la línea de marea alta, zona donde la arena empieza a estar húmeda.

La inclinación de berma y del intermareal de la playa se midió con un estadiómetro y un Nivel Abney (Vernier Software & Technology, USA). Esto es importante en playas de anidamiento de tortugas, pues es el espacio donde se deposita la mayor cantidad de huevos viables.

1.1.3 Temperatura y humedad de las playas y vivero: Se realizaron tres mediciones de temperatura y humedad del suelo utilizando sensores (Vernier Software & Technology, USA), con un intervalo de cuatro horas entre cada medición (9:00 am, 1:00 pm y 5:00 pm) durante los tres días, un día en cada locación.

Esto se realizó a tres profundidades, temperatura superficial, a 40 cm por ser el promedio del tamaño del nido de la tortuga lora y 70 cm por ser la profundidad del vivero; de esta manera se tiene un panorama más amplio de la dinámica de este.

1.1.4 Granulometría: Playa Barú, Playa Guapil y vivero: Se tomó una muestra de arena en ambas playas y en el vivero, lo cual se realizó a dos profundidades: una superficial y la segunda a 40 cm.

La muestra se dejó secar al sol por dos días y seguidamente se colocó en el SandShaker (Vernier Software & Technology, USA). La condición óptima es mayor al 60% en el aporte de arena.

Este proceso se repitió para sacar la granulometría del río Barú y el río Guapil, porque si la granulometría de la playa es menor al 60% (más arcillosa) y la del río es de un alto porcentaje de arcilla, se podría argumentar que el material arcilloso que le está aportando el río a la playa está disminuyendo el porcentaje de arena.

1.1.5 Calidad del agua: Río Barú y Río Guapil: Para este método, se utilizó la técnica del Biological Monitoring Working Party-Costa Rica (Índice BMWP-CR), el cual consiste en dar una calificación de la calidad del agua usando como herramienta la diversidad de macroinvertebrados. Cabe destacar que este solo toma en cuenta contaminación orgánica. Se realizó a 500 metros lejos de la costa y se efectuaron dos transectos de 100 metros intercalados, una hora cada transecto.

Los macroinvertebrados colectados se identificaron hasta familia y se utilizó la calificación definida en las guías de Bioindicadores de la Calidad del Agua de la Earth en conjunto con la Universidad de Costa Rica; se sumaron todas las calificaciones y dependiendo del resultado final se definió la calidad del agua del río.

1.1.6 Medición de pH: Se midió el pH con sensores (Vernier Software & Technology, USA) en el río Barú, río Guapil, Mar de Barú y Mar de Guapil.

1.2 Registros de anidaciones históricas de ambas playas

Se utilizaron los registros de la Hacienda Barú del 2007 al 2016, y con esa información se definieron los años con una disminución significativa y se compararon con el año de mayor anidación utilizando tres variables: días patrullados, kilómetros de playa monitoreados y meses de mayor anidación. Esto para determinar si algunos de estos factores pudieran afectar la cantidad de anidaciones presenciadas.

2. Resultados

2.1 Factores físicos y químicos de las playas

2.1.1 Cobertura vegetal: Se determinó que en playa Barú se encuentra la poaceae de costas (*Uniola pittieri*) en 16 metros de la berma, mientras que en playa Guapil hay presencia de almendros de playa y no se encuentra la presencia de la poacea.

2.1.2 Perfil de playa y longitud de berma: Playa Guapil tuvo una caída vertical estándar de 6, 171 grados (Figura 1) y Playa Barú tuvo una caída vertical estándar de 16, 519 grados (Figura 2). Ambas muestras de playas presentaron una caída vertical estándar menor a 20 grados, por lo cual se considera el perfil como no abrupto.

En cuanto a la longitud de berma de playa Guapil, se obtuvo un total de 37 metros mientras que para playa Barú un total de 25 metros.

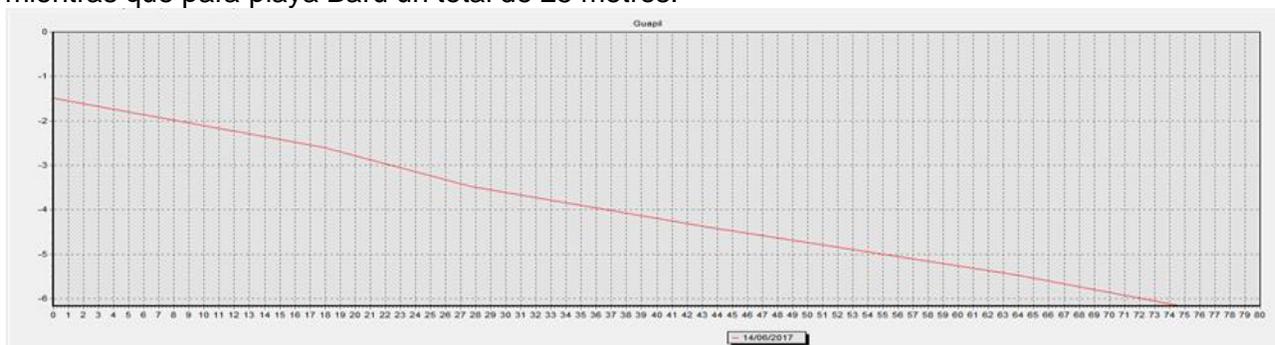


Figura 1. Perfil de la playa Guapil.

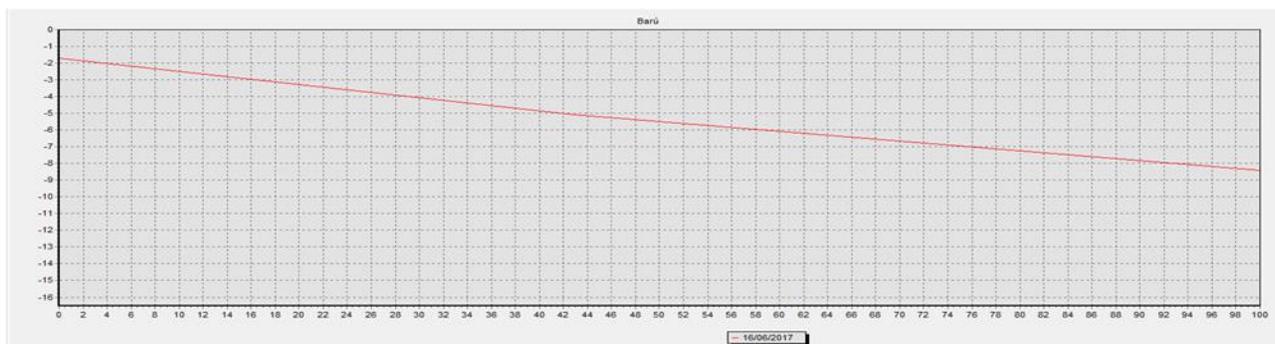


Figura 2. Perfil de la playa Barú.

2.1.3 Temperatura y humedad de las playas y el vivero:

Temperatura y humedad superficial: Para esta temperatura, Playa Barú y el vivero presentaron un comportamiento muy similar, difiriendo solamente por 3°C en la temperatura de las 9 am y la 1 pm. La Playa Guapil fue la que tuvo una temperatura menor, difiriendo por un poco más de 10°C en la medición de las 9 am y la 1 pm (Figura 3).

Promedio de temperatura superficial (°C):

- Vivero: 43.6
- Barú: 43.3
- Guapil: 33

Para esta medición de humedad, Playa Barú y el vivero presentaron un comportamiento muy similar, difiriendo solamente por 3% en la medición de las 9 am, 1% en de la 1 pm y 2% en la de las 5 pm, haciendo que ambos tuvieran un promedio de 11,3%. La Playa Guapil fue la que tuvo un menor porcentaje manteniéndose entre 8% y 10% de humedad durante el transcurso del día, haciendo que tuviera un promedio de 9,3% de humedad (Figura 4).

Promedio de humedad superficial:

- Vivero: 11,3%
- Barú: 11,3%
- Guapil: 9,3%

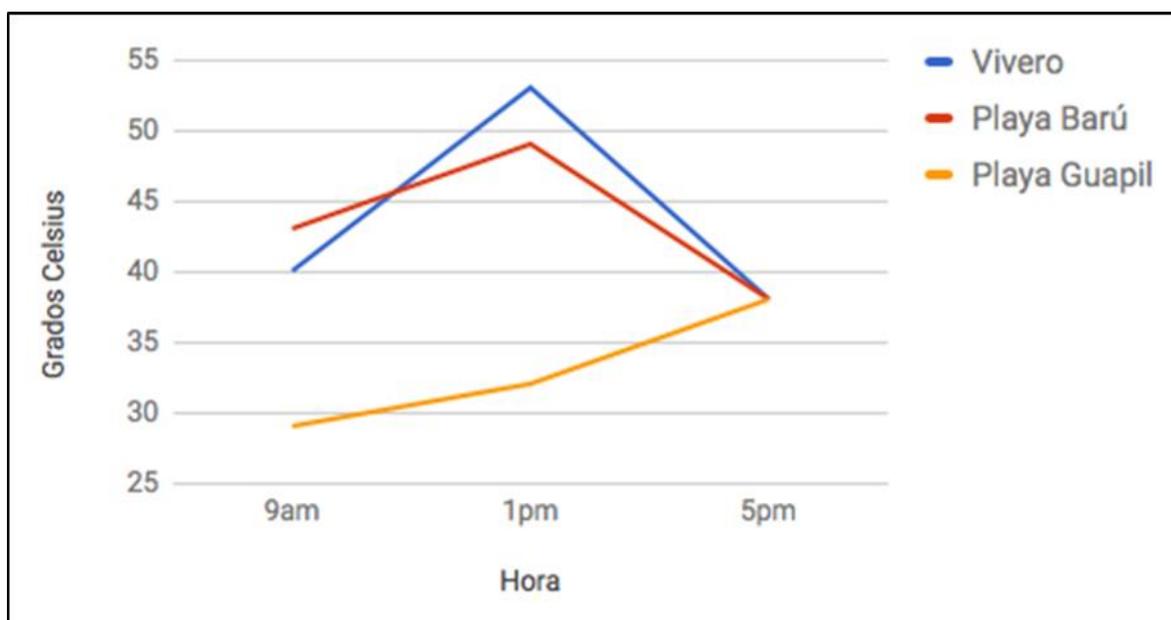


Figura 3. Comportamiento de temperatura superficial durante el día Barú, Guapil y vivero.

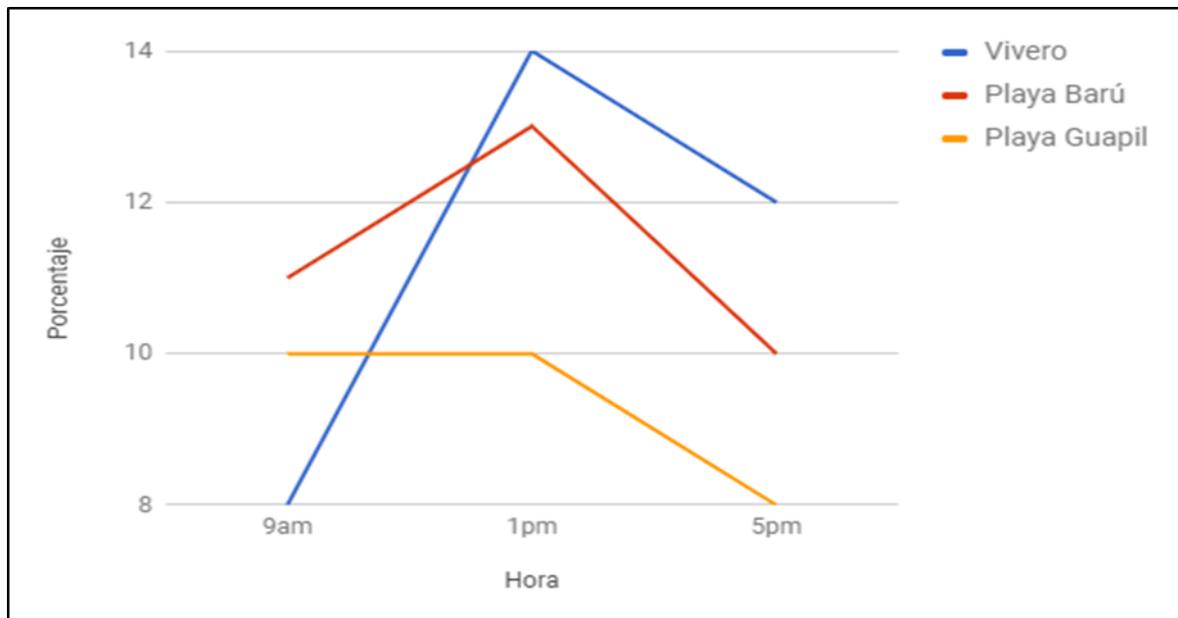


Figura 4. Comportamiento de humedad superficial durante el día Barú, Guapil y vivero.

Temperatura y humedad a 40 cm de profundidad: Para esta temperatura, Playa Barú se mantuvo constante durante el día, con una temperatura constante de 30°C; el vivero tampoco varió mucho en su temperatura a lo largo del día, manteniéndose entre 29°C y 31°C, lo que hizo que el promedio fuera 30°C; Playa Guapil fue la que tuvo un comportamiento más variado, pero empezando desde una temperatura menor que fue 28°C y terminando el día con una temperatura de 32°C lo que hizo que el promedio de temperatura durante el día fuera 29°C (Figura 5).

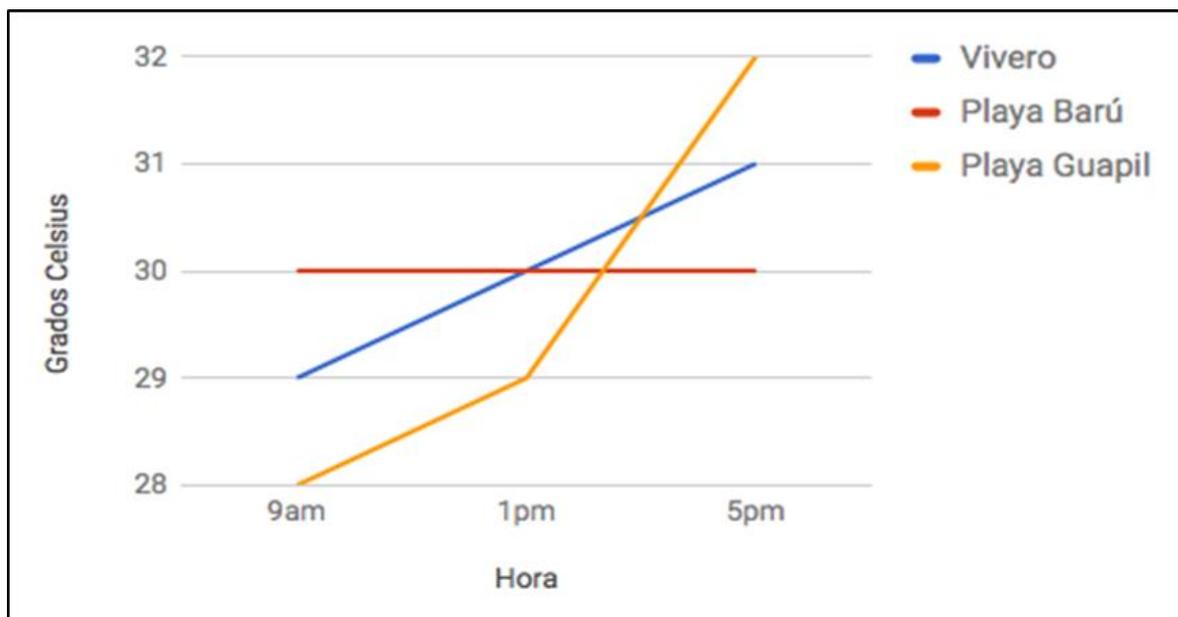


Figura 5. Comportamiento de temperatura a 40 cm durante el día Barú, Guapil y vivero.

Promedio de temperatura a 40 cm de profundidad (°C):

- Vivero: 30
- Barú: 30
- Guapil: 29

Para esta medición, el vivero obtuvo un mayor porcentaje de humedad en todas las mediciones exceptuando la medición de las 9 am que fue menor Playa Guapil por 2% y fue igual al porcentaje de Playa Barú que ambas mediciones determinaron un 13% de humedad. Playa Barú fue la que tuvo un menor promedio de humedad con 10%, seguida por Playa Guapil con 11% (Figura 6).

Promedio de humedad a 40 cm de profundidad:

- Vivero: 13,3%
- Barú: 10%
- Guapil: 11%

Temperatura y humedad a 70 cm de profundidad: Para esta medición, el vivero fue el que tuvo una temperatura menor en las tres mediciones (9am, 1pm y 5pm) y obtuvo un promedio de temperatura durante el día de 32°C; le sigue Playa Barú con un promedio de 30,6°C y por último Playa Guapil que se mantuvo entre 28°C y 29°C y obtuvo un promedio de 28,3°C (Figura 7).

Promedio de temperatura a 70 cm de profundidad (°C):

- Vivero: 32
- Barú: 30,6
- Guapil: 28,3

Para esta medición, Playa Barú tuvo un mayor porcentaje de humedad en la medición de las 9 am, fue menor que el vivero por 1% en la medición de la 1 pm e igual al porcentaje del vivero en la medición de las 5 pm, ambos fueron 14%; Playa Guapil obtuvo el menor porcentaje en todas las mediciones con aproximadamente 3% de diferencia tanto con el vivero como con Playa Barú.

Promedio de humedad a 70 cm de profundidad:

- Vivero: 12,6%
- Barú: 15,3%
- Guapil: 11%

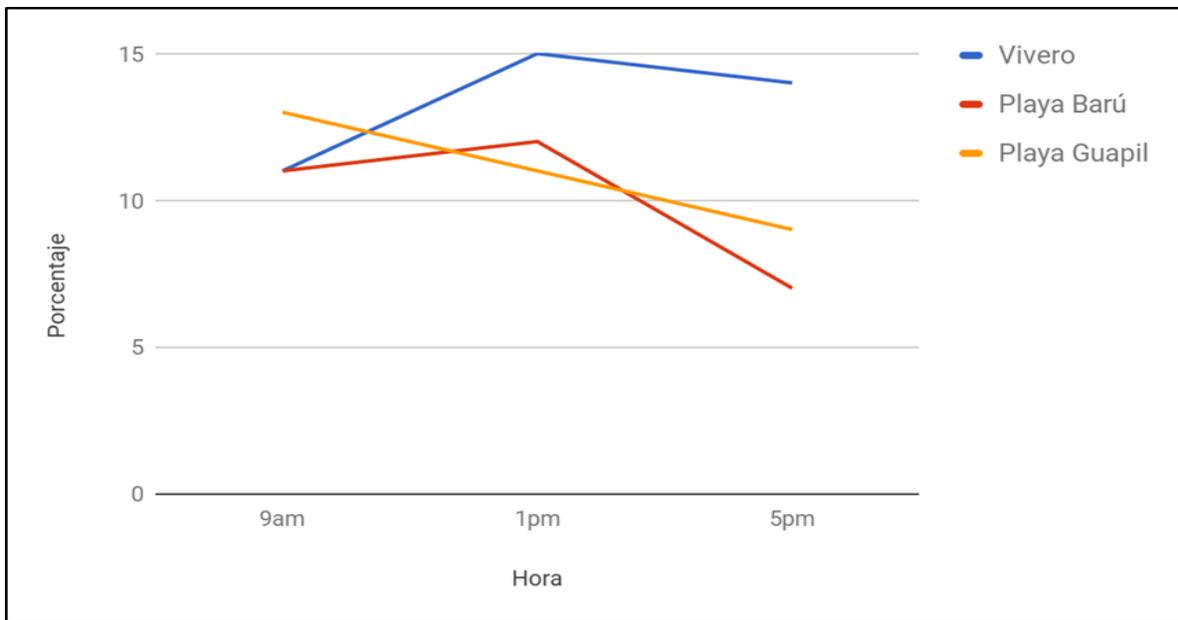


Figura 6. Comportamiento de humedad a 40 cm durante el día Barú, Guapil y vivero.

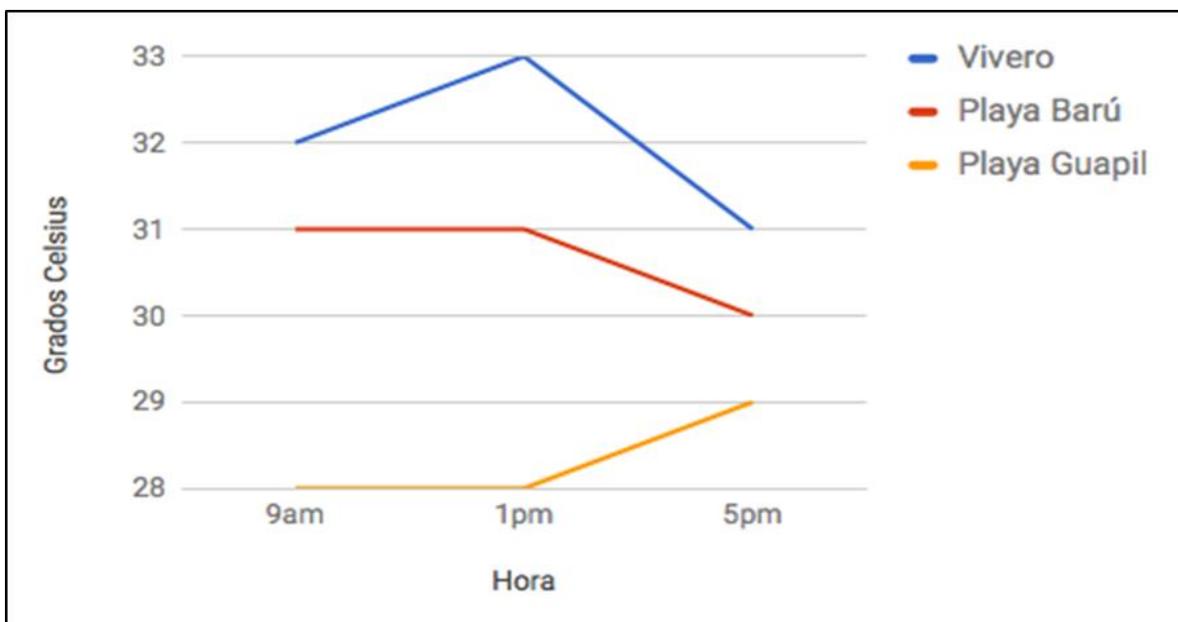


Figura 7. Comportamiento de temperatura a 70 cm durante el día Barú, Guapil y vivero.

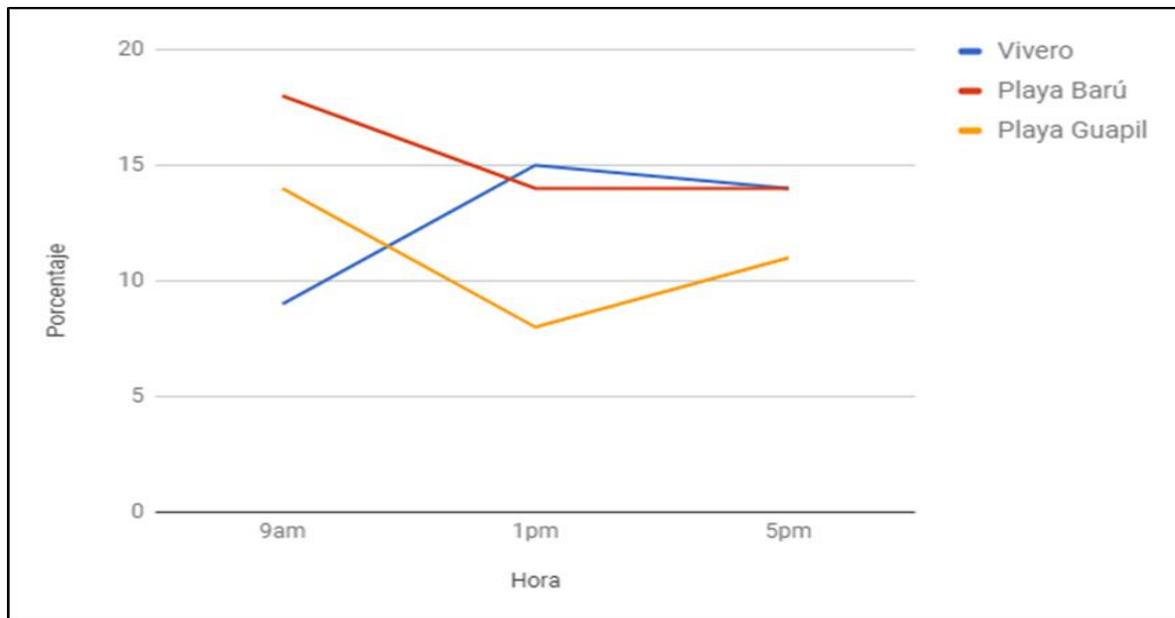


Figura 8. Comportamiento de humedad a 70 cm durante el día Barú, Guapil y vivero.

2.1.4 Granulometría: Playa Barú, Playa Guapil y vivero: En el Cuadro 1, se muestra que tanto la playa Guapil como el vivero obtuvieron un porcentaje adecuado para el desarrollo de las tortugas lora en la superficie y profundidad (mayor a 60%) basado en las recomendaciones estipuladas por el Protocolo para el Monitoreo de las Playas Arenosas. En la playa Barú, por otro lado, se obtuvo un porcentaje menor en superficie y profundidad (30% y 50% respectivamente).

En cuanto a los ríos, Guapil registra un sustrato arenoso con un 55% de arena y el río Barú un sustrato arcilloso.

Cuadro 1. Porcentaje de arena: Playa Barú, Playa Guapil y vivero.

Sitio	Tipo de sustrato	Porcentaje de arena
Superficie Barú	Arena	30%
40 cm profundidad Barú	Arena	50%
Superficie Guapil	Arena	70%
40 cm profundidad Guapil	Arena	60%
Superficie vivero	Arena	60%
40 cm profundidad vivero	Arena	60%
Río Barú	Arcilla	0%
Río Guapil	Arena	55%

2.1.5 Calidad del agua Río Barú y Río Guapil: En el Cuadro 2, se presentan las familias encontradas para cada uno de los dos ríos analizados con su índice pertinente, tal como se encontró basado en el índice BMWP-CR. El Río Guapil obtuvo un número menor a 15 que es el mínimo para el índice y Río Barú obtuvo un valor de 21 que indica aguas de mala calidad.

Cuadro 2. Familias encontradas en el río Guapil y en el río Barú.

Río Guapil	Índice	Río Barú	Índice
Hydroptilidae	6	Baetidae	5
Gerridae	0	Gerridae	0
Psephenidae	7	Psephenidae	7
Neritidae	0	Neritidae	0
		Perlidae	9
Total	13		21

2.1.6 Medición del pH: Los dos ríos obtuvieron un pH neutro (7), el mar de Barú obtuvo un pH de 9 y el mar de Guapil un pH de 8.

2.2 Registros de anidaciones históricas ambas playas:

Se definieron que los años con una menor cantidad de anidaciones presenciadas fueron 2015 con 73 y 2016 con 16 (Fig. 9) y los meses de mayor anidación fueron agosto y septiembre en ocho de los nueve años muestreados (Cuadro 3).

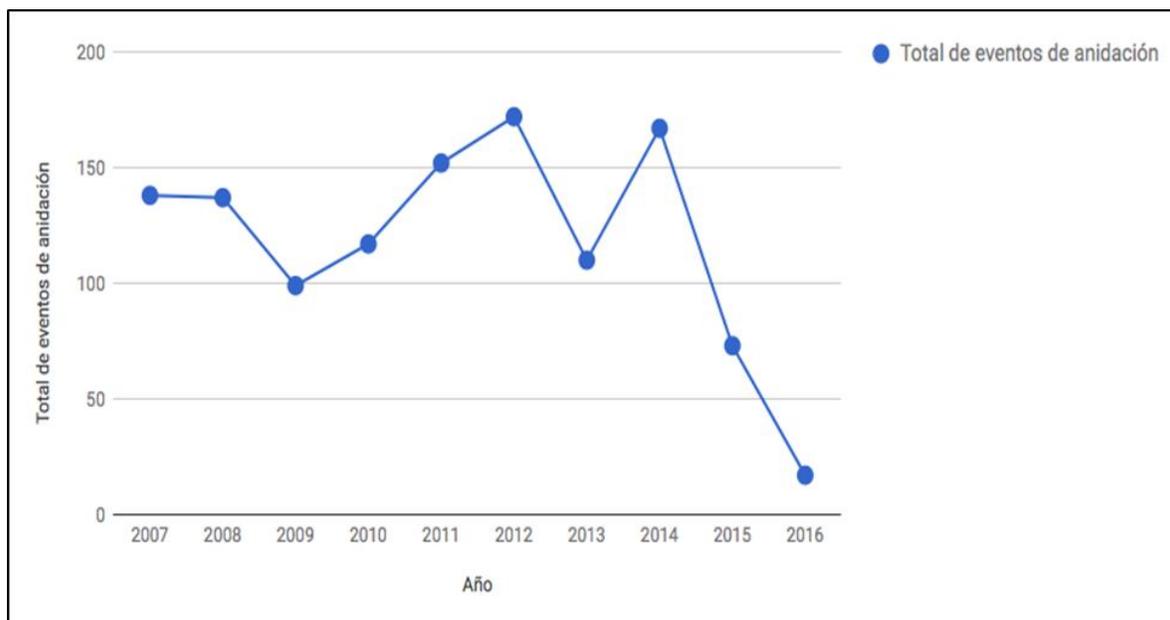


Figura 9. Total de eventos de anidación presenciados 2007-2016.

Cuadro 3. Meses de mayor anidación

Variables	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mes de mayor anidación	Oct	Ago	Ago Set	Set	Ago Set	Set	Ago	Ago	Ago Set	Ago

Seguidamente, se compararon las siguientes variables con el año de mayor anidación que fue el 2012 con 174 anidaciones presenciadas: kilómetros de playa recorridos y total de días patrullados.

Kilómetros de playa recorridos: Los datos no presentan ninguna diferencia en cuanto a esta variable, ya que en todos los años se recorrieron 4.6 kilómetros (Figura 10).

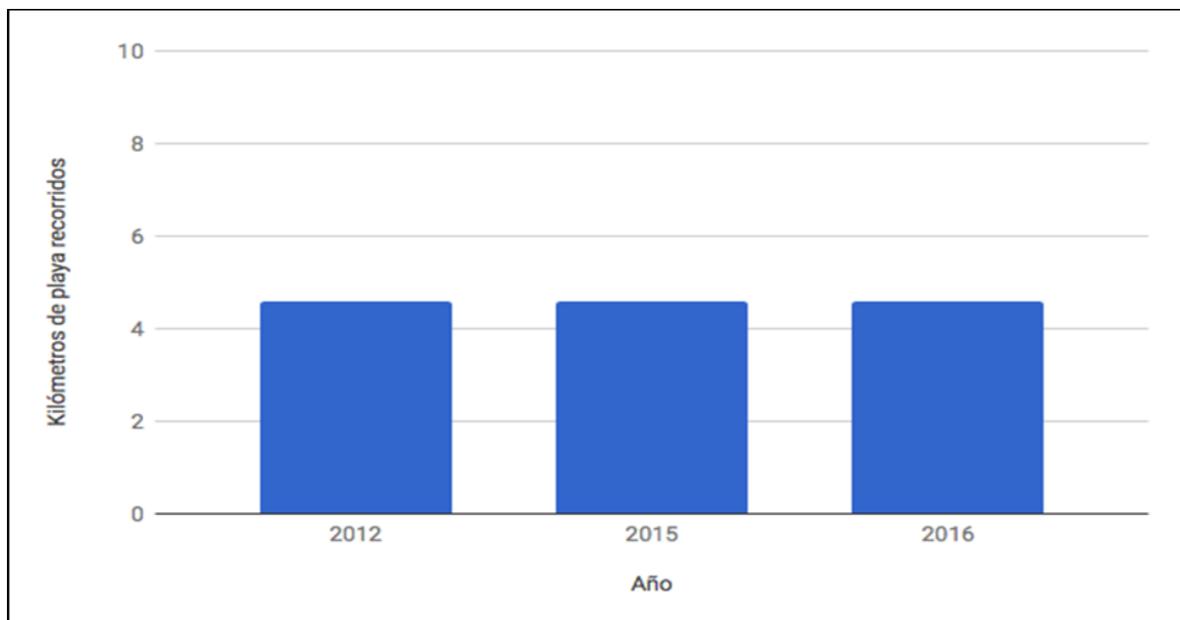


Figura 10. Total de kilómetros patrullados: 2012, 2015 y 2016.

Total de días patrullados: Esta variable si difirió significativamente durante en los años analizados, en el 2012 se realizaron 174 días de patrullaje, en el 2015 se realizaron 73 días de patrullaje y en el 2016 no se llevó a cabo el registro de días patrullados (Figura 11).

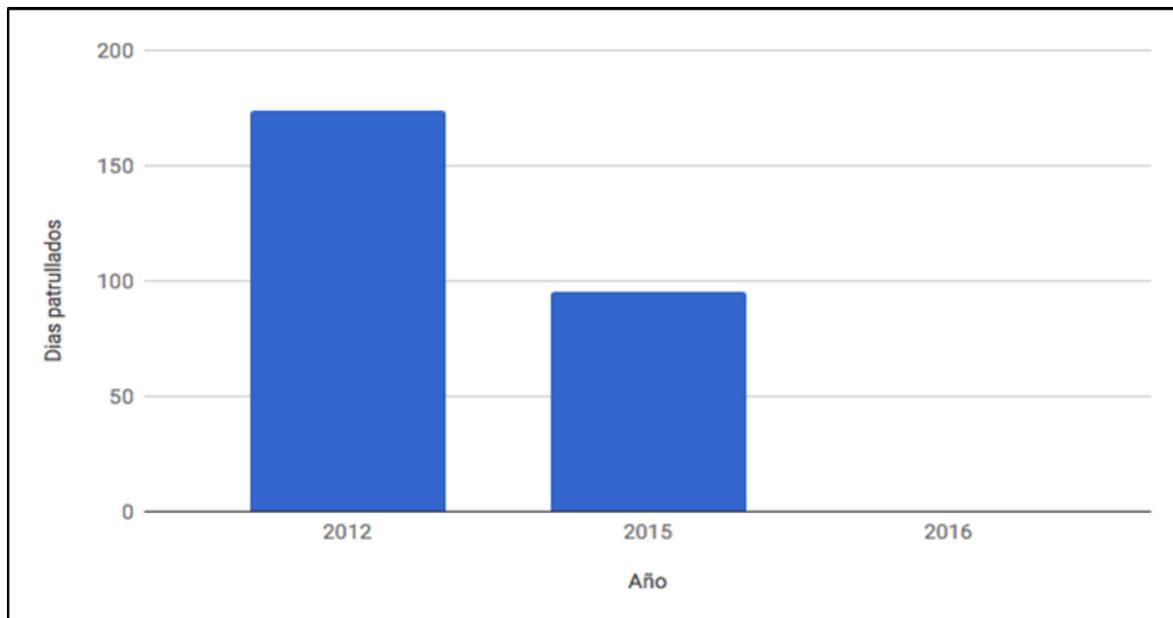


Figura 11. Total de días patrullados: 2012, 2015 y 2016.

3. Discusión

3.1 Factores físicos y químicos de las playas

3.1.1 Perfil de playa y longitud de berma: Para el perfil de playa (Figuras 1 y 2,) muestreado según el Protocolo de Monitoreo del SINAC, se encuentra en condición 'verde', lo que dice que presenta una condición estable, esto para ambas playas.

En cuanto a la longitud de berma, playa Guapil tiene un tamaño significativamente mayor de berma que playa Barú, debido a que como se determinó en el punto 2.1.1 Cobertura vegetal del presente estudio, playa Barú se encuentra lleno de la poaceae de costas (*Uniola pittieri*) esto descarta 16 metros de berma adecuada para la anidación de las tortugas loras. Este problema se ha visto en otras playas del país como lo es el caso de Punta Mala, según lo exponen las autoridades del Refugio de Vida Silvestre Punta Mala.

Esta hierba hace que las tortugas se queden atoradas en sus ramets, que es un grupo de individuos genéticamente idénticos, tales como plantas, hongos o bacterias, que han crecido en un determinado lugar, todos originados de un solo antepasado por reproducción vegetativa, no sexual. En las plantas, un individuo de tal población se conoce como un ramet; estos pueden provocar que muchas se devuelvan sin desovar.

3.1.2 Temperatura y humedad de las playas Barú, Guapil y vivero

Temperatura: Tanto la playa Barú como el vivero presentaron una temperatura promedio similar a 40 cm de profundidad (Figura 5), que es la temperatura más importante, ya que es el promedio del tamaño del nido de la tortuga lora (Chacón et al. 2007), significativamente superior (30°C) a la temperatura pivotal de la tortuga lora que es 29,13°C (Chacón et al. 2007). Esto sugiere que se podría estar desarrollando una mayor cantidad de hembras; sin embargo, para esto se necesitan más estudios y mayor rigurosidad en la toma de datos, que por tiempo en este estudio no se consideraron.

La playa Guapil fue la que tuvo un promedio de temperatura más cercano a la temperatura pivotal (29°C). La principal razón por la que se sugiere que esto podría estar sucediendo en estos dos sitios habría falta de sombra, debido a que, como se determinó en el punto 2.1.1 Cobertura vegetal del presente estudio, playa Guapil posee una alta cantidad de sombra gracias a la presencia de almendros de playa, mientras que en playa Barú hay presencia de *Uniola pittieri* lo cual deja el nido totalmente expuesto a la radiación solar.

La falta de sombra es uno de los factores que más influye en la temperatura de la arena (Mortiner, 1995; Ackerman, 1997; Godfrey & Mrosovsky, 2000; Gulko & Eckert, 2004). En un estudio realizado por Botello y colaboradores (2010) "Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático," se vio igualmente cómo afectó la falta de sombra a la temperatura del nido.

Humedad: La humedad del vivero fue la más alta con un promedio 13,3% durante el día a 40 cm de profundidad (Figura 6). Este porcentaje supera el porcentaje óptimo para evitar la formación de hongos que es 10% (Chacón et al. 2007). Si bien la humedad y la temperatura, aun siendo variables independientes y sin presuponer sobre una la acción de la otra, ambas están íntimamente relacionadas. Además, el efecto combinado de estos factores se inicia desde que los huevos son depositados en el nido hasta la emergencia de las crías (Zamora, 1990). Se vio que la humedad aumenta conforme lo hace también la temperatura durante el día, lo que sugiere que en lugar de evaporarse se está reteniendo la humedad en el nido.

Playa Barú y playa Guapil tuvieron un promedio adecuado de porcentaje de humedad a los 40 cm de profundidad, playa Barú con un promedio de 10% durante el día y playa Guapil un 11% durante el día, que, aunque supera el porcentaje adecuado, no es tan significativo como lo es el porcentaje del vivero (Figura 6).

3.1.3 Granulometría: Playa Barú, Playa Guapil y vivero: La arena se compone de una combinación de diferentes materiales, y esta se puede clasificar como arena mineral (granos minerales y porciones de roca), arena biogénica (corales y conchas) o una combinación de estas dos, además de poder contener una pequeña cantidad de material orgánico (UNESCO, 2012). Aunque no se utilizó el Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas Arenosas para el desarrollo de la metodología para la identificación del tipo de grano presente en las muestras recolectadas, si utilizamos la interpretación de sus datos que nos indica que un aporte de arena mayor a 60% sugiere condiciones que favorecen a las especies características de estas playas (SINAC, 2016).

Esto concuerda con nuestros datos para el vivero y playa Guapil (Cuadro 1), con datos mayor a 60% en la superficie y profundidad. En playa Barú y río Guapil los datos fueron menor al 60% (30% en superficie y 50% en profundidad para playa Barú y 55% en la superficie de río Guapil), indicando por parte del protocolo una disminución en el porcentaje de arena debido tal vez a un aumento en sedimentación.

En el río Barú, el tipo de sustrato es 100% arcilloso (Cuadro 1), indicando por parte del protocolo una posible afectación a la anidación de tortugas. Sin embargo, es importante destacar que las tortugas lora no estarían desovando directamente en la boca del río, la arcilla de este lugar si pudiera transportarse y afectar a las áreas arenosas cercanas, lo que dificulta el desove de estas.

3.1.4 Calidad del agua Río Barú y Río Guapil: La calidad del agua en ambientes costeros está basada en varios factores importantes, entre ellos la salud acuífera (presencia de bacterias o patógenos por desechos provenientes de industrias o desechos humanos), impacto visual (residuos sólidos) y nutrientes (UNESCO, 2012).

Tanto el río Barú (índice 21, el cual consiste en aguas de calidad mala, muy contaminadas) como el río Guapil (índice 13, el cual consiste en aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminada) poseen índices bajos indicando una fuerte contaminación orgánica en el área. Si bien se pudieron observar tres de las mismas familias en los dos ríos (Gerridae, Psephenidae y Neritidae) (Cuadro 2), las otras familias encontradas en el río Barú tuvieron un mayor puntaje en el índice, lo cual indica que son familias que toleran de una mejor manera la contaminación orgánica.

3.1.5 Medición de pH: El pH es un factor que determina una de las propiedades químicas del agua. Se estima que el rango ideal para aguas naturales es alrededor de 4 a 9, ya que contienen bicarbonatos y carbonatos de metales alcalinos y alcalinotérreos (INVEMAR, 2003). De acuerdo con este estudio, el mar Barú (9), mar Guapil (8), río Barú (7) y río Guapil (7) pertenecen al rango de pH ideal que para INVEMAR (2003), es lo adecuado.

3.2 Registros de anidaciones históricas ambas playas

Los kilómetros recorridos fueron 4.6 entre playa Barú y Guapil los tres años, por lo que no es un factor significativo. Los días patrullados y la cantidad de anidaciones sí parecen tener una relación estrecha, con 174 días patrullados y 172 anidaciones presenciadas en el 2012, 95 días patrullados y 73 anidaciones presenciadas en el 2015, en cuanto al 2016 no se cuenta con el dato del total de días de patrullaje, pero si siguiera el patrón de los años 2012 y 2015 supondríamos que los días totales no podrían ser más de 36 (Fig. 9, 10 y 11; Cuadro 3).

Esto sugiere que el factor que puede estar afectando es la cantidad de días patrullados. Sin embargo, aunque esto fuese así, solamente 16 anidaciones presenciadas en el 2016 es una cantidad extremadamente baja en comparación a los años anteriores, por lo que se debería hacer un estudio de las corrientes marinas y aumento en la cantidad de luces que hay cerca del sitio, incluyendo presencia de botes.

4. Recomendaciones

4.1 Factores físicos y químicos de las playas

4.1.1 Perfil de playa y longitud de berma: Se debería realizar todo el perfil de las playas Barú y Guapil, registrarlo o realizar el mismo recorrido que se hizo para este estudio y efectuar un monitoreo por lo menos cada año; esto para llevar un control de la erosión de la playa.

La poaceae de costas (*Uniola pittieri*) le quita mucho espacio de anidación y sombra a las tortugas loras. Para eso, se recomienda la elaboración de un plan de gestión para controlarla, como por ejemplo la utilización de un herbicida orgánico para no afectar la composición de la arena o recortarla en el terreno que se pueda y darle mantenimiento al menos una vez al mes.

4.1.2 Temperatura y humedad de las playas y el vivero

Temperatura: Guapil tiene el mejor escenario de desarrollo exitoso tanto en temperatura como humedad, esto gracias a la cantidad de sombra. Por eso, el vivero debería simular estas

condiciones en todo lo que se pueda. Se podría colocar sobre el vivero una sombra artificial, que se establece con el tendido de un “pañó” de sarán con una luz de malla que puede ir desde 25 a 50% de sombra. Esta estructura lo que hace es “suavizar” el aumento o la caída de la temperatura. Otro método es la siembra de árboles alrededor del vivero, pero este proceso sería más costoso y requeriría más esfuerzo no solo por la colocación, sino por el monitoreo que habría que hacerse para evitar que las semillas caigan en el vivero.

Humedad: Para la humedad, lo que se recomienda en este caso, que es un porcentaje alto, es hacer movilización de la arena del vivero cada vez que se encuentre sin nidos, esto para evitar la compactación de la tierra y que la humedad no se retenga tanto.

4.1.3 Granulometría: Playa Barú, Playa Guapil y vivero: El vivero y playa Guapil se encuentran con un porcentaje positivo de arena (60% o más); por otro lado, Barú tiene un porcentaje menor (30% y 50%). Puede que sí esté afectando el arrastre de materiales del río Barú; en este caso se recomienda hacer un estudio completo del río incluyendo: caudal máximo y mínimo, velocidad, mapeo de todo el recorrido del río para detectar el lugar de donde está viniendo la mayor cantidad de sedimento, hacer un estudio de ese sitio y realizar un plan de gestión. Esto igualmente podría ser útil para reducir la contaminación orgánica.

4.2 Revisión de registros de anidaciones de las playas

El factor que en este estudio fue más significativo en la disminución de avistamientos de anidaciones, se refiere a la cantidad de días patrullados, por lo que se recomienda que se haga un monitoreo más exhaustivo durante los meses que se registra, que son agosto y septiembre, para determinar si han sido los de mayor anidación durante los últimos 10 años. Además, se recomienda aumentar la promoción de voluntarios durante esta fecha.

También se recomienda llevar un control más exacto y ordenado, que incluya la cantidad de personas patrullando, la hora de inicio de patrullaje y la hora final y el porcentaje aproximado de luz.

Referencias

- Ackerman, R. (1997). The Nest environment and the embryonic development of Sea Turtles. En: Lutz, P & J. Musick (editors). *The biology of Sea Turtles*. CRC marine science series. 83- 107 p.
- Botello, A. V., Gutiérrez, S., Galaviz, J. R., Luis, J., Botello, A. V., Villanueva-Fragoso, S., ... & Galaviz, J. L. R. (2010). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático (No. 574.52220972 V8).
- Chacón, D.; Sánchez, J.; Calvo, J. & Ash, J. (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 de Ambiente y Energía (MINAE). Gobierno de Costa Rica. San José. 103 p.
- Coutinho, H., E. Noellemeyer, E. Jobbagy, M. Jonathan & J. Paruelo. (2009). Impacts of land use change on ecosystems and society in the Rio de la Plata basin. En: H. Tiessen & J.W.B. Stewart. (eds.) *Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions* 56 – 65. InterAmerican Agency for Global Change Research.
- Godfrey, M. & Mrosovsky, N. (2000). Estimación de la proporción sexual en playas de anidación. En: Eckert et al. (editores) *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 156-159 p.
- Gulko, D. & Eckert K. (2004). *Sea Turtles: An ecological guide*. Mutual Publishing, Honolulu, HI. 128 pp.
- Hayward, B. (2005). *From the Mountain to the Tap: How Land-Use and Management Can Work for the Rural Poor*. Natural Resources International Ltd, East Malling, 64 p.

- INVEMAR. (2003). Manual De Técnicas Analíticas Para la Determinación De Parámetros Físicoquímicos y Contaminantes Marinos (Aguas, sedimentos y organismos).
- Leslie, A. J., Penick, D. N., Spotila, J. R. & Paladino, F. V. (1996). Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, nesting and nest success at Tortuguero, Costa Rica, in 1990-1991. *Chel. Cons. Biol.* 2: 159-168.
- Little, C. & Kitching, J. A. (1996). *The Biology of Rocky Shores*. Oxford.
- Lozano-Ortiz, L. (2005). La Bioindicación de la calidad del agua: Importancia de los macroinvertebrados en la Cuenca alta del Río Amarillo, cerros orientales de Bogotá. *Rev. Umbral Científico* (7): 5-11.
- Medina, R., Losada, I., Losada, M & César, V. (1995). Variabilidad de los perfiles de playa: Forma y distribución granulométrica. *Ingeniería del agua*. (2): 133-142.
- Mortimer, J. A. (1995). Teaching critical concepts for the conservation of sea turtles. *Marine Turtle Newsletter* 71 (4): 1-4.
- Murray, S. N. (2007). Habitat Alteration. En: M.W. Denny & S.D. Gaines, *Encyclopedia of Tidepools and Rocky Shores* (pp: 256-260). Berkeley, Los Angeles & London: University of California Press.
- SINAC. (2016). Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica.
- UNESCO. (2012). *Guardarenas: Adaptarse al cambio climático y educar para el desarrollo sostenible*. París: UNESCO, 146 páginas

Agradecimientos

A Nahara Centeno Mezo y Melissa Camacho Quesada de la Escuela de Turismo de la Universidad Latina de Costa Rica por la ayuda durante la realización de los métodos en campo.

A la Escuela de Ciencias Biológicas por el préstamo del equipo de muestreo.

A Ronald de la Hacienda Barú por brindar la información de las anidaciones de las tortugas lora.