



Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas

CIT-CC18-2021-Tec.18

Mejores Prácticas para Monitorear la Temperatura de la Arena en Playas de Anidación de Tortugas Marinas

*Comité Científico de la CIT, Grupo de Trabajo sobre Cambio Climático
Por*

Dr. Julia Horrocks y Dr. Jeffrey A Seminoff**
University of West Indies* NOAA***

Preámbulo

Cada año, las Partes de la Convención para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) contribuyen con datos sobre anidación de tortugas marinas para monitorear las playas índice, como parte del Informe Anual de la CIT. Estos datos se analizan y los resúmenes se publican como informes técnicos, por ejemplo, el informe CIT-CC15-2018-Tec.14 Análisis de Datos de Anidación en Playas Índice de la CIT (2009-2018). Dado que las playas índices se monitorean en períodos de tiempo multianuales, hay cambios físicos debido a factores ambientales o los impactos antropogénicos en el hábitat de anidación que podrían provocar que el número de nidos contados se incremente o disminuya, en lugar de ser un reflejo real de los cambios en la abundancia de las poblaciones. La distribución de la anidación en una playa de anidación puede ser alterada por la acumulación de arena y la erosión, así como por cambios en la cobertura vegetal, o factores antropogénicos como incremento de la iluminación visible desde la playa, o construcciones atrás de la playa. Adicionalmente, los cambios en la temperatura de la arena pueden afectar directamente el éxito de eclosión, la proporción de sexos y la supervivencia de los neonatos, y podría ser una pista para la selección del sitio para las hembras anidadoras. A la fecha, la recolección de datos ambientales en las playas de anidación ha sido *ad hoc*, usualmente como un subcomponente de otros estudios en el área. Este diseño de muestreo específico al sitio de investigación, se traduce en que los datos ambientales recolectados no se puedan utilizar fácilmente en análisis de tendencia. La recolección estandarizada de datos ambientales puede ser útil para documentar las características físicas de las playas índice para la anidación de las tortugas, y si los datos se recolectan de forma periódica, se pueden detectar cambios en el tiempo.

Para llenar este vacío de información con respecto a datos ambientales, el grupo de trabajo sobre Cambio Climático del Comité Científico de la CIT conformado por Dr. Julia Horrocks (Países Bajos del Caribe), Dr. Jeffrey Seminoff y Ann Marie Lauritsen (Estados Unidos), Cecilia Baptistotte (Brasil), Rotney Piedra (Costa Rica), Alberto Proaño (Ecuador), Laura Sarti (México), Marino Abrego (Panamá) y Cristiana de la Rosa (República Dominicana); mediante consulta con entidades dentro de la CIT que están estudiando el cambio climático, ha desarrollado un documento de “mejores prácticas” para guiar a las Partes de la CIT en sus esfuerzos para implementar la Resolución CIT-COP4-2009-R5 Adaptación de los hábitat de las tortugas marinas al cambio climático.

Este documento incluye los aportes de los participantes del taller “Intercambio de Experiencias: Acciones para registrar el impacto del cambio climático en las tortugas marinas, perspectivas desde la playa” organizado por el Grupo de Trabajo sobre Cambio Climático de la CIT, la Secretaría de la CIT, la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) y el Plan de Acción para Conservación del Medio Marino del Pacífico Sudeste, realizado el 16 de junio del 2021, con la participación de expertos de diecisiete países de las Américas, muchos de ellos países miembros de la CIT.

Este documento recomienda mejores prácticas para aquellos países de CIT participando en el Proyecto Piloto para la toma de temperatura de la arena y colecta de datos. Si la metodología de recolección de datos y los equipos están estandarizados a través de los proyectos, esto permitirá hacer comparaciones entre los países participantes. Para los países participando en el Proyecto Piloto, sugerimos que cada proyecto utilice dispositivos para registrar datos de temperatura y protocolos que sean similares para incrementar la consistencia y la comparabilidad. Se debe tener en cuenta que esto puede requerir reemplazar o readaptar el equipo entre años. Lo más importante, sin embargo, es el valor de estos datos para detectar tendencias de la temperatura de la arena en cada sitio, para brindar información para el manejo de las playas de anidación en el país. Aunque este documento recomienda mejores prácticas en colecta de datos de temperatura de la arena para los países de CIT que están participando en un Proyecto Piloto, también puede ser usado como referencia para otros proyectos que estudian el impacto del cambio climático en las playas de anidación de las tortugas marinas a mayor escala.

Este documento técnico fue presentado y adoptado por la 18^{va} Reunión del Comité Científico de la CIT que se llevó a cabo del 3 al 5 de Noviembre de 2021.

Medida de la Temperatura de la Arena

Frecuencia de toma de datos

Se recomienda que los datos de temperatura se recolecten en la playa índice cada año (ver Recuperación del Equipo de Registro), o al menos cada 3 años.

Equipo

En la actualidad existen una gran variedad de equipos de registro que se usan para investigar temperaturas de la arena en las playas de anidación y de incubación. Los tipos más comunes incluyen el *HOBO Water Temp Pro* y el *HOBO Pendant data logger*. Ambos son a prueba de agua y sirven como buenas herramientas para llevar a cabo investigaciones sobre la temperatura de la arena. Los costos varían de acuerdo con la capacidad de almacenamiento de datos y la resolución de los datos registrados. El Pro v2 también ha mostrado ser más precisos que los *Pendant loggers* en experimentos para medir la temperatura del agua (Whittier et al 2020). Hay otros productos en el mercado, pero dado el uso frecuente de estos dos equipos de registro, invitamos a que los futuros esfuerzos de investigación utilicen estos tipos, además de usar el mismo tipo a lo largo de los años en cada playa índice. A continuación, presentamos un resumen de cada uno.

Hobo water-temp PRO v2 (US\$129)



El *HOBO Water Temp Pro v2* es resistente y tiene 12-bit de resolución. Con un sensor para una precisión de $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, este equipo mide temperaturas entre -40°C y 70°C (-40°F a 158°F) en el aire y de hasta 50°C (122°F) en el agua. Es a prueba de agua y el empaque aerodinámico permite su uso extendido en agua dulce o salada. Además, la interface USB óptica del Water Temp Pro v2 permite descargar datos incluso cuando el equipo está mojado o bajo el agua. Se requiere un protector de radiación solar para obtener mediciones precisas de la temperatura del aire a la luz del sol (protector de radiación solar RS1, se requiere ensamblaje; o protector de radiación solar preensamblado M-RSA).

HOBO Pendant (US\$ 42 - 64)



El equipo a prueba de agua *HOBO Pendant* para registrar temperatura/nivel de luz aprovecha el poder del *Bluetooth Low Energy* (BLE) para proporcionar medidas precisas de temperatura y nivel de luz directamente a un dispositivo móvil con la aplicación gratuita HOBO connect de Onset. El rango de temperatura es de -20° a 50°C (-4° a 122°F) con una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. La resolución de la medición es de 0.04°C .

Utilización del Equipo de Registro

Los equipos de registro (en inglés *datalogger*) deben ser programados para registrar temperaturas de la arena de la playa cada hora, esto para poder calcular las temperaturas mínimas y máximas ($^{\circ}\text{C} \pm \text{SD}$) por día y por mes calendario. Los equipos deben ser activados y utilizados en la arena, no dentro de las nidadas de huevos, dado que el objetivo es caracterizar la línea base de temperatura de la arena en la playa sin la influencia del calentamiento metabólico producido por los huevos en incubación. Se recomienda que el equipo de registro se ubique al menos a dos metros de las nidadas conocidas. Si la playa se monitorea regularmente, se debe anotar cualquier nido o eclosión ubicado dentro de los 2 metros de ubicación del equipo de registro.

Lo ideal es que se ubiquen, 30 equipos de registro a lo largo de 10 transectos perpendiculares a la línea de marea alta (Figura 1). Sin embargo, se pueden utilizar menos equipos (ver abajo), especialmente en playas de anidación más pequeñas o en playas donde la anidación ocurre en una pequeña porción del área total de la playa (Figura 2). Idealmente, la ubicación del datalogger para registrar la temperatura dentro de cada transecto debe tener un punto de referencia (e.g., georreferenciado con GPS), y se debe mantener consistencia en la ubicación de los muestreos durante todo el año. Los datalogger utilizados en cada transecto deben muestrear zonas de la playa donde las especies de tortugas marinas de interés anidan, por ejemplo, para las carey – tanto en playa abierta (sin sombra) como en sombra (enredaderas y árboles por separado, si es posible, ya que las temperaturas difieren bajo estos tipos de vegetación). La distancia por encima de la línea de marea alta (HWM en inglés) debe ser estándar para todos los transectos, se sugiere que no se ubiquen equipos de registro a menos de 10m de la línea de marea alta para minimizar la pérdida de equipos durante la marea alta. Esta distancia puede no llegarse a cumplir en playas estrechas. Reconocemos que la compra de los equipos de registro puede ser un reto, así que, si solo se cuenta con algunos equipos, debe ser estratégico en su ubicación, por ende, asegúrese que la distancia entre los equipos de registro ubicados en el transecto es la misma, teniendo en cuenta que la distancia entre equipos varía según el tamaño de la playa. Por ejemplo, escoja ubicaciones para los equipos en la sección media de la playa índice y en cualquiera de los extremos, con al menos uno en playa abierta (sin sombra) y uno bajo la sombra (si existe). Incluso pocos equipos de registro proporcionarán información sobre como varía la temperatura de la arena en playas índice.

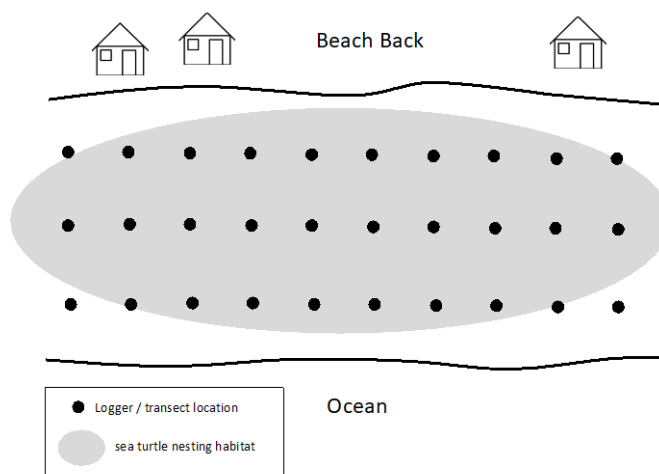


Figura 1. Esquema mostrando la ubicación de transectos de 10 equipos para registrar temperatura en una playa con actividad de anidación extendida. Nótese que cada transecto está perpendicular al borde del agua y todos los transectos están a la misma distancia a lo largo de la playa. *Beach back*=parte trasera de

la playa; *Ocean*=Océano; *Logger/transect location*=ubicación del equipo/transecto; *sea turtle nesting habitat* = hábitat de anidación de tortugas.

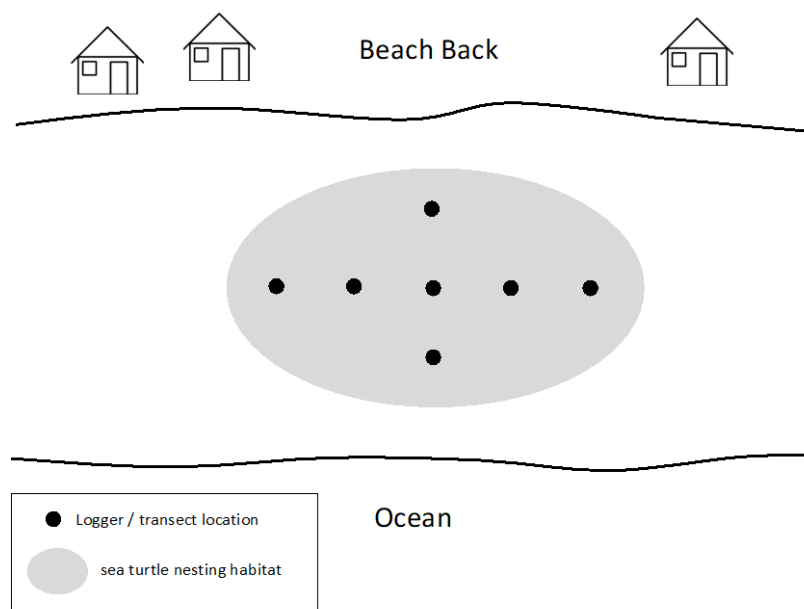


Figura 2. Esquema mostrando la utilización de los equipos de registro en playas en las que la anidación está restringida a una pequeña porción de la playa. Normalmente, estos sitios requieren menos equipos. Como mínimo, como se muestra aquí, debería haber al menos 1 transecto paralelo al borde del agua y un transecto perpendicular al borde del agua.

La profundidad a la que se utiliza el equipo debe estar determinada por la especie que utiliza la playa para anidar, apuntando a que el equipo esté ubicado a aproximadamente la profundidad del centro de una nidada. Las profundidades sugeridas por especie son: Carey (35-40cm), laúd/baula (55-65cm); verdes y cabezonas (45-50cm); olivácea y lora (30cm). Es importante que el equipo se entierre a la misma profundidad durante el año y entre años. Si más de una especie utiliza la playa, el equipo se debe ubicar a la profundidad adecuada para cada especie.

Un método para ubicar el equipo a la profundidad correcta es utilizar una canaleta de 1 m de longitud (i.e., tubo de PVC de 10 cm de diámetro) una maceta o martillo de doble cara pesado (lump hammer en inglés), un pedazo de madera plana y una cinta métrica rígida. Marque el tubo con un marcador permanente, a la profundidad a la que quiere ubicar el equipo de registro de temperatura (e.g., 60 cm). Ubique el tubo sobre la arena, coloque la madera sobre el borde del tubo y martille el tubo en la arena hasta que alcance la línea marcada. Retire la madera, ubique la palma de su mano sobre el tubo para crear vacío y retire el tubo verticalmente de la arena. La arena dentro del tubo debe estar intacta. Revise la profundidad del hueco con la cinta métrica y luego ubique el equipo de registro adentro. Ubique el tubo sobre el hueco y martille el tubo para que la arena caiga nuevamente dentro del hueco. De esta forma la arena que rellena el hueco tiene el mismo perfil que tenía cuando fue removida (Esteban et al 2018). Tenga en cuenta que esto no se debe hacer si hay peligro de entrar en contacto con una nidada *in situ*. Si

este método es utilizado, el datalogger se debe colocar fuera de la temporada de anidación para evitar desenterrar una nidada y dañar los huevos.

Los equipos de registro se pueden amarrar a un poste marcador numerado o a la rama de un árbol para recuperarlos fácilmente. Si hay peligro de que los equipos atraigan atención no deseada, la línea se puede enterrar a lo ancho de la playa y amarrarse de forma discreta a un arbusto o estructura. Si hay probabilidad de que cualquier estructura visible atraiga atención no deseada, se puede enterrar una porción de cinta de “precaución” amarrada al equipo para incrementar la probabilidad de reubicación. Cada sitio debe ser triangulado y fotografiado. Se puede tomar la geo posición con un GPS de mano, pero muy a menudo no es lo suficientemente preciso para asegurar que los equipos de registro se puedan encontrar fácilmente más adelante. En playas de arribada se recomienda que el equipo de registro de temperatura se ubique estratégicamente en una zona identificada con menor densidad de anidación durante la arribada y atado a un peso muerto para evitar perderlo.

Recuperación del Equipo de Registro

Idealmente, los equipos de registro se deben mantener *in situ* por un año, para poder registrar temperaturas tanto durante como fuera de la temporada de anidación. Esto tiene un sentido lógico al recuperar el equipo, si la playa está en una zona remota. Cuando se recupera el equipo, se debe registrar la profundidad de este al momento de retirarlo. En ese momento, se puede descargar la información, apagar la unidad y, si es posible, readaptarla para el próximo uso.

Albedo de la Arena

El albedo equivale al porcentaje de la incidencia de la radiación solar que es reflejado por una superficie. Arena más oscura refleja menos radiación solar que arena más clara. Por lo que obtener datos del albedo de la arena complementaría los datos recabados por el datalogger de la temperatura de la arena. Una técnica de campo para medir el albedo puede encontrarse en Hays et al. (2021).

Otras características ambientales de la playa índice

El enfoque de este documento sobre mejores prácticas es el Estudio Piloto de Cambio Climático en la medición de datos de temperatura en la arena, sin embargo, la caracterización de la playa trasera y el ancho de la playa también son parámetros útiles que podrían cambiar entre años y afectar la distribución y abundancia de la anidación reportada. Breves descripciones del monitoreo de estas características y referencias útiles se proveen abajo.

Playa trasera

Una vez cada temporada de anidación, registre el tipo de hábitat o uso de la tierra que se encuentra detrás de la playa índice. Este se conoce como la playa trasera. Mida la longitud de la playa índice y mapee la longitud de la playa trasera según el tipo de habitat o categoría de uso. Por ejemplo, algunos tipos de habitat pueden ser bosque costero, manglar y dunas de arena; y algunas categorías del uso de la tierra pueden ser construcciones, carreteras, parqueaderos, etc. En ausencia de un medidor de luz, una indicación de los niveles de luz se puede obtener contando el número de bombillos sin sombra que se pueden ver desde los puntos de referencia en la playa. La intensidad de la luz en el ambiente (luminosidad del cielo) se puede evaluar usando un medidor llamado en inglés “*Sky Quality Meter*” (www.unihedron.com).

Ancho de playa

Las playas pueden ser descritas por su forma, ancho, elevación y pendiente, y cambios pueden ocurrir en días, semanas o períodos más largos. Entender las dinámicas de la playa requiere monitoreo regular en el tiempo, y los interesados en conocer más de esto deben consultar las referencias brindadas abajo y otras para encontrar protocolos adecuados.

Sugerimos medir el ancho de la playa para determinar la disponibilidad de hábitat de playa de anidación en el inicio de la temporada de anidación, o dos veces al principio y al final de la temporada de anidación. Notar que esto será una fotografía puntual de la condición de la playa en el momento que las medidas se han tomado. Un transecto que va desde la duna o la playa trasera hasta el agua atravesando la playa perpendicular a la orilla del agua, puede ser usado para medir el ancho de la playa. Se deben usar puntos de referencia como una estructura específica, o un árbol de gran tamaño, etc. para ubicar los transectos. Esto asegura que la ubicación o es constante entre el inicio y el final de la temporada de anidación. Se debe registrar el ancho de playa seca sobre el transecto. El ancho de la playa seca se mide desde la línea normal de marea alta hacia tierra hasta el punto donde el sustrato está muy compacto para que una tortuga pueda cavar o donde hay una obstrucción que le impida a la tortuga marina anidar más lejos. Si la berma es demasiado empinada/ inclinada para que la tortuga pueda subir más allá de la marca de marea alta, anótelo. Existen varios métodos para perfilar playas que se pueden utilizar y que miden los mismos parámetros. Los más comunes son los métodos de perfiles de playas de Abney o el de Emery, ambos se explican en Fish (2011).

Referencias adicionales

Documentos útiles de referencia se incluyen en el Anexo 1

Recomendaciones del Comité Científico de la CIT

1. Transmitir el documento técnico “Mejores Prácticas para Monitorear la Temperatura de la Arena en Playas de Anidación de Tortugas Marinas” CIT-CC18-2021-Tec.18 a la membresía de la CIT, para apoyarles en sus esfuerzos para la implementación de la Resolución CIT-COP4-2009-R5 Adaptación de los hábitats de las tortugas marinas al cambio climático.
2. A los países miembros de la CIT (Costa Rica, Ecuador, México, República Dominicana, Estados Unidos y Panamá), que participan en el Proyecto Piloto de Cambio Climático para monitorear la temperatura de la arena en las playas de anidación de las tortugas marinas, se les recomienda que utilicen este documento técnico CIT-CC18-2021-Tec.18 como guía para la toma de datos.
3. Para los países participando en el Proyecto Piloto, se sugiere que cada proyecto utilice equipos de registro de temperatura (datalogger) y protocolos para registrar la temperatura que sean similares, para incrementar la consistencia y la comparabilidad. Se debe tener en cuenta que esto puede requerir reemplazar o readaptar el equipo entre años.

Agradecimientos

El Grupo de Trabajo de Cambio Climático de la CIT agradece a la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) y a su Plan de Acción para la Conservación de las Áreas Marinas, y a los participantes del Taller “Intercambio de Experiencias: Acciones para registrar el impacto del cambio climático en las tortugas

marinas, perspectivas desde la playa” por sus significativas contribuciones para enriquecer este documento.

Referencias

CIT (2015). *Estrategias de mitigación para reducir el impacto del cambio climático en las playas de anidación*. CIT-CC12-2015-Tec.10.

Esteban N, Laloë JO, Kiggen FSPL, Ubels SM, Becking LE, Meesters EH, Berkel J, Hays GC, Christianen MJA (2018). Optimism for mitigation of climate warming impacts for sea turtles through nest shading and relocation. *Sci Rep* 8, 17625, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35821-6>

Hays, G. C., Ashworth, J. S., Barnsley, M. J., Broderick, A. C., Emery, D. R., Godley, B. J., Henwood, A. and Jones, E. L. 2001. The importance of sand albedo for the thermal conditions on sea turtle nesting beaches. - *Oikos* 93: 87-94.

Whittier JB, Westhoff JT, Paukert CP, Rotman RM (2020). Use of multiple temperature logger models can alter conclusions. *Water* 12(3): 668. <https://doi.org/10.3390/w12030668>

Anexo 1: Documentos útiles de Referencia

Baker-Gallegos J, Fish MR, Drews C (2009). *Temperature monitoring manual. Guidelines for monitoring sand and incubation temperatures on sea turtle nesting beaches*. WWF report, San José, 20 pp.

Binhammer, M., Beange, M., and Arauz, R. (2019). Sand temperature, sex ratios and nest success in Olive ridley sea turtles. *Marine Turtle Newsletter* 159: 5-9.

CONANP (2013). *Monitoreo de la temperatura de incubación de nidadas de tortugas marinas*. Protocolo para la evaluación de la temperatura de incubación.

Fish M (2011). *Guidelines for monitoring beach profiles*. WWF report, San José, 16 pp.

Matsuzawa Y, Satp K, Sakamoto W, Bjorndal KA (2002). Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology* 140: 639-646.

SINAC (2016). Protocolo PRONAMEC: *Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático: estudio de caso Refugio Nacional Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala*. 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. 35p.

Tanabe LK, Ellis J, Elsadek I, Berumen ML (2020). Potential feminization of Red Sea turtle hatchlings as indicated by in situ sand temperature profiles. *Conservation Science and Practice* 2 (10) <https://doi.org/10.1111/csp2.266>

Valverde, R. A., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, M. T., & Orrego, C. M. (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research*, 12(1), 77-86.

Varela-Acevedo E, Eckert KL, Eckert SA, Cambers G, Horrocks JA (2009). Sea Turtle Nesting Beach Characterization Manual, p.46-97. In: *Examining the Effects of Changing Coastline Processes on Hawksbill Sea Turtle (Eretmochelys imbricata) Nesting Habitat*, Master's Project, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University. Beaufort, N. Carolina USA. 97 pp.