



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



# MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE *Lepidochelys olivacea* EN TORTUGARIOS DE LA COSTA DEL PACÍFICO

Proyecto de Biodiversidad de USAID Guatemala

Junio de 2020

Esta publicación fue producida para ser revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Fue preparada por Chemonics International Inc.

# MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE *Lepidochelys olivacea* EN TORTUGARIOS DE LA COSTA DEL PACÍFICO

Proyecto de Biodiversidad de USAID Guatemala

**Contrato No.** 72052018C000002

**Foto de portada:** Neonatos de tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*) liberados en las playas de la Costa del Pacífico de Guatemala luego de haber sido incubados en tortugarios. (Credit: José Jorge Ubico Koose/USAID).

DISCLAIMER

Los puntos de vista del autor expresados en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional o del Gobierno de los Estados Unidos.

## **CONTENIDO**

ACRÓNIMOS	iii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
METODOLOGÍA	3
REFERENCIAS	11
ANEXOS	13

## **ACRÓNIMOS**

ARCAS	Asociación Rescate y Conservación de Vida Silvestre de Guatemala
CCM-AGHN	Centro de Conservación Marina – Asociación Guatemalteca de Historia Natural
CECON	Centro de Estudios para la Conservación, Universidad de San Carlos
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala
DIPESCA	Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura
FUNDASELVA	Asociación FUNDASELVA de Guatemala
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala
ONG	Organización No Gubernamental
RAMSAR	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional
RNUMM	Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico
USAID	United States Agency for International Development

## INTRODUCCIÓN

Las playas de la Costa del Pacífico de Guatemala durante los meses de Junio a Diciembre son utilizadas por las tortugas marinas como sitios de anidación, principalmente de la especie *Lepidochelys olivacea* -localmente conocidas como Parlamas-. La estrategia nacional de conservación de tortugas marinas se basa en el uso de tortugarios para la incubación de una porción de los huevos de parlama que son colectados en playa para el comercio, con el objetivo de disminuir la presión que la explotación comercial de huevos representa para la especie. La estrategia se fundamenta en la Resolución de CONAP No. 01-21-2012, la cual establece un sistema de “Cuotas de conservación”, el cual permite la comercialización del 80% de los huevos de un nido de parlama cuando se realiza la entrega del 20% de los huevos para ser incubados en un tortugario local. Muchos tortugarios además de recibir la cuota de conservación, colectan nidos en playa y compran huevos que serían comercializados para su consumo a partir de donativos o fondos propios, incrementando así el número de neonatos producidos en cada temporada. Como resultado de estas acciones, se sugiere que la densidad de anidación de *Lepidochelys olivacea* en Guatemala se ha incrementado (Muccio, 2018).

La temperatura es un factor abiótico importante para la incubación de los huevos de las tortugas marinas y la determinación del género de los neonatos. La incubación exitosa de los huevos es posible entre límites térmicos específicos (25-35°C) (Ugalde, 1986 y Ackerman, 1997). Así mismo, la temperatura pivotal (a la cual la proporción sexual de neonatos es 1:1) aunque varía inter e intraespecíficamente, generalmente se encuentra entre los 29 y 30°C (Ugalde 1986, Anckerman 1997, Hernandez et al 2012, Morales 2013). A temperaturas inferiores a la temperatura pivotal se producen machos y a temperaturas superiores se producen hembras (Davenport, 1997). Por lo tanto, si no se realiza un adecuado manejo de la temperatura en los tortugarios, la producción de neonatos a partir de los huevos incubados podría ser poco exitosa y la proporción de sexos podría sesgar hacia la producción de un solo género, siendo ambos factores una amenaza importante para la conservación de estas especies (Wibbels *et al.*, 1999). De acuerdo a Binhammer *et al.* (2019) estos efectos podrían ser mayores en el Pacífico Centroamericano ya que es una región excepcionalmente susceptible al cambio climático (Giorgi, 2006), y en la cual un incremento en las temperaturas de incubación podría producir un sesgo hacia la producción de hembras y tener un impacto sobre el éxito de eclosión.

Dentro del marco del Proyecto de Biodiversidad de USAID Guatemala se busca fortalecer las capacidades para el manejo de especies clave, a través del uso de tecnología innovadora de monitoreo que permita desarrollar acciones de conservación basadas en información. Como parte de estos esfuerzos, durante la temporada de anidación de tortugas en el 2019 se implementó una prueba piloto con el objetivo de: 1) evaluar el uso de dispositivos para el monitoreo de la temperatura de nidos en los tortugarios de la Costa del Pacífico de Guatemala, 2) validar el uso de esta tecnología para generar a partir de la información producida, recomendaciones de manejo para estos recintos.

Para realizar la prueba piloto se utilizaron nueve registradores automáticos de temperatura (data loggers marca LogTag modelo TRIX-8), dispuestos en tres tortugarios de la Costa del Pacífico: 3 en el tortugario del CECON dentro del Área de Usos Múltiples de Monterrico (RNUMM); 3 en el tortugario del Centro de Conservación Marina - AGHN en Madre Vieja en el área de influencia del RNUMM; y 3 en el tortugario de CONAP en el Naranjo, dentro del Área de Conservación de Sipacate-Naranjo. El diseño experimental de la presente propuesta incorpora las lecciones aprendidas del monitoreo de temperatura de nidos de la prueba piloto, proponiendo un nuevo protocolo que considera la participación activa del personal de los tortugarios, con el objetivo de lograr la sostenibilidad del monitoreo de la temperatura en nidos como herramienta de manejo para los tortugarios. A través de la prueba piloto se validaron las funciones de los dataloggers, siendo la principal la capacidad de programar los dispositivos para la medición de la temperatura con alta resolución de acuerdo al tiempo de incubación estimado, además activando alarmas que permiten identificar períodos con temperaturas superiores o inferiores a los límites térmicos. Así mismo, a partir del monitoreo de temperatura con dataloggers se validó que es posible identificar el período termosensible y registrar la temperatura promedio del mismo, facilitando así la estimación de la proporción sexual de neonatos. Otra característica importante de esta tecnología es la capacidad de almacenar una gran cantidad de datos, que posteriormente a través de la plataforma Log Tag Analyzer, pueden ser descargados fácilmente y exportados a Excel para su interpretación y análisis. Además a través de la plataforma se generan gráficos automáticamente, que permiten visualizar la dinámica de las variables programadas. Los 9 dataloggers se recuperaron sin ningún desperfecto, mostrando una alta durabilidad en condiciones de intemperie.

Dada la exitosa validación del uso de 9 dataloggers para el monitoreo de la temperatura de nidos de *L. olivacea* en la temporada de anidación del 2019, el proyecto adquirió 12 dataloggers extras, contando así con un total de 21 dispositivos para la temporada de anidación 2020, que serán dispuestos en siete tortugarios localizados en 2 áreas protegidas de interés para el proyecto, con el objetivo de que a partir de la información generada puedan realizarse recomendaciones de manejo para los tortugarios de la costa del Pacífico.

## OBJETIVOS

### General

Monitorear la temperatura de incubación de huevos de *Lepidochelys olivacea* (parlamas), en tortugarios de la costa del Pacífico, a través del uso de dataloggers.

### Específicos

- Determinar si la temperatura promedio de incubación difiere entre tortugarios.
- Identificar si existe una relación entre la temperatura promedio y la duración del período de incubación.

- Identificar si existe una relación entre la temperatura promedio de incubación y el éxito de eclosión.
- Estimar la proporción de sexos de los neonatos con base en las temperaturas registradas en el período termosensible.

## METODO

### 1. Área de estudio

Se seleccionaron 7 de los 21 tortugarios identificados en el *Diagnóstico de Tortugarios en la Costa del Pacífico de Guatemala* generado por el proyecto. Siendo estos: en el Área de Usos Múltiples Hawaii, el tortugario del Chapetón de DIPESCA-MAGA y el tortugario de Hawaii de ARCAS (Fig. 1); en la Reserva Natural de Usos de Múltiples Monterrico y zonas de influencia, los tortugarios de El Garitón del Colegio Austriaco, Madre Vieja del Centro de Conservación Marina - AGHN, el de Candelaria del Proyecto 123, El Banco de FUNDASELVA y el de Monterrico del CECON (Fig.2).

La selección se realizó de acuerdo a los siguientes criterios: 1) tortugarios que se encontraran dentro de las áreas protegidas a las cuales el proyecto tiene acceso debido a las restricciones de viaje derivadas a la pandemia del COVID-19; 2) la muestra debía incluir tortugarios con diferentes características de infraestructura; 3) en la muestra debían estar representados tortugarios de todos los sectores (ONGs, instituciones gubernamentales, sector privado, administradores de áreas protegida), y 4) tortugarios que se localizan en instalaciones cerradas o con vigilancia constante para evitar una potencial pérdida del equipo, 5) Que se encuentren inscritos en CONAP. Las características de infraestructura y algunos aspectos de manejo -como la periodicidad de rotación de arena en los viveros y medición de temperatura- de los tortugarios seleccionados, se describen en la Tabla 1.

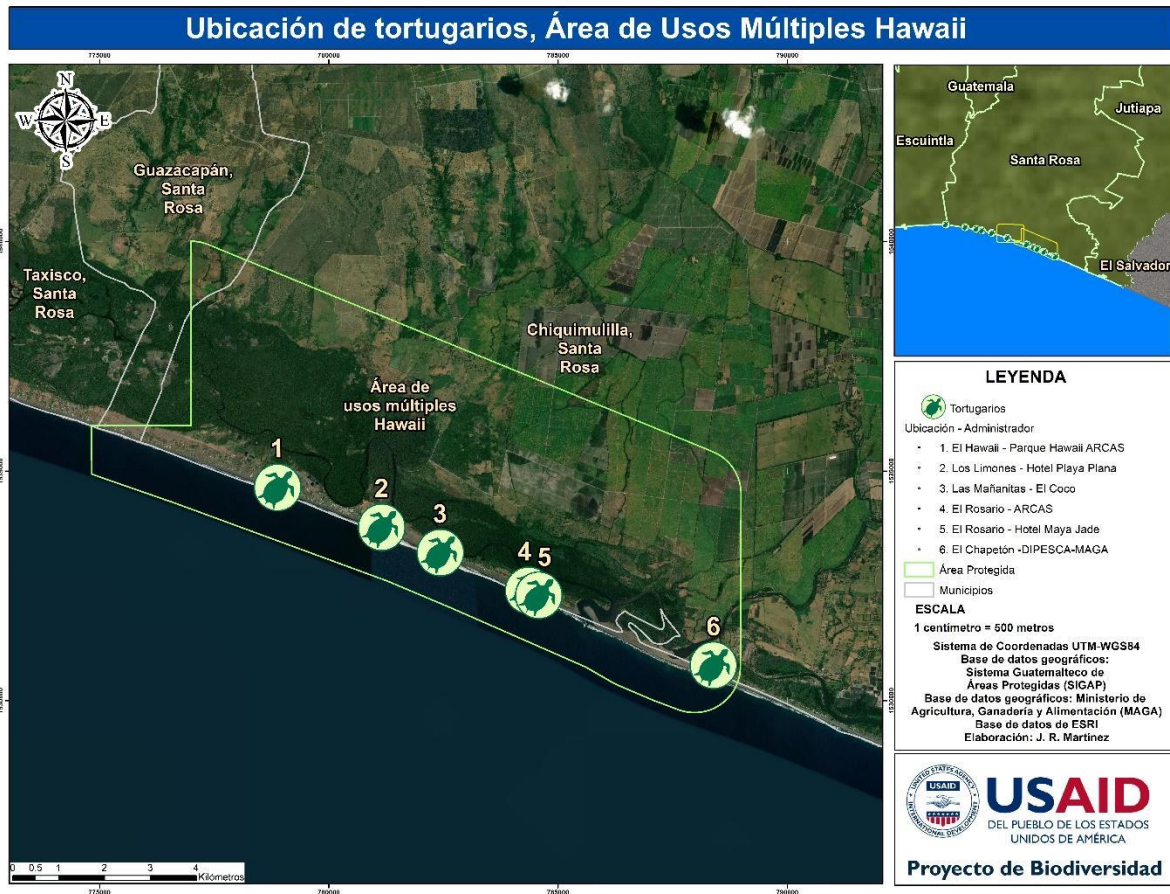


Figura 1. Ubicación de los tortugarios seleccionados para el monitoreo de temperaturas de incubación con dataloggers en el Área de Usos Múltiples Hawaii. (1) Tortugario de ARCAS en El Hawaii, y (6) Tortugario de DIPESCA-MAGA en El Chapetón.



Figura 2. Ubicación de los tortugarios seleccionados para el monitoreo de temperaturas de incubación con dataloggers en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. (2) Tortugario del Colegio Austriaco en El Garitón, (3) Tortugario de CCM - AGHN en Madre Vieja, (4) Tortugario de Proyecto 1,2,3 en Candelaria, (5) Tortugario de FUNDASELVA en El Banco y (6) Tortugario de CECON en Monterrico.

Tabla 1. Características de los tortugarios seleccionados para el monitoreo de temperaturas de incubación con dataloggers, de acuerdo con el Diagnóstico de Tortugarios realizado por el Proyecto de Biodiversidad de USAID Guatemala.



Descripción	Chapetón DIPESCA	Hawaii ARCAS	Monterrico CECON	El Banco FUNDASELVA	Candelaria Proyecto 123	Madre Vieja CCM - AGHN	El Garitón Colegio Austriaco
No. de viveros	1	2	1	4	1	1	1
Medidas del vivero (frente, fondo, alto)	4x12x2.5 m	7.5x15x3 m	11x18x1.7 m	6x12x3 m	8x8x1.7 m	15.5x7.6x3.2 m	10x10x3m
Metraje cuadrado	48	112.5	198	72	64	117.8	100
Orientación	E/O	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Material de construcción	Block y Malla	Block, Malla y Bamboo	Block, Celosía, Malla y Sarán	Block, Malla y Madera tratada	Block, Malla y Bamboo	Block, Celosía, y Sarán	Block, Celosía, Y Sarán
Tipo de ventilación	Abierto	Malla	Celosía	Malla	Malla	Sarán	Abierto
Tipo de Sombra	Sarán negro	Sarán negro	Sarán negro	Sarán negro	Sarán negro	Sarán negro	Sarán negro
Distancia a línea de marea	96 m	48 m	96 m	15 m	10 m	13 m	20 m
Distancia a Duna	0 m	0 m	4 m	0	0 m	0 m	6 m
Distancia a otras construcciones	0 m	100 m	3 m	10m	6 m	20 m	5 m
Rotación de arena	3 años	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	2 años
Profundidad de siembra	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm
Capacidad máxima de nidos	200	580	200	280	65	330	400
Medición de temperatura dentro del tortugario	No	Si	Si (Termómetro ambiental)	No	No	Si (Termómetro ambiental)	No
Medición de temperatura dentro del nido	No	Si (Voltímetro)	Si (Termómetro de suelo)	No	No	Si (Voltímetro/ Datalogger sencillo)	No

## 2. Coordinación interinstitucional para el monitoreo

Se contactará al responsable de cada organización/institución que administra los tortugarios seleccionados, con el objetivo de solicitar su autorización para realizar el monitoreo de temperatura y coordinar su implementación a través de los encargados de los tortugarios. Previo al inicio del monitoreo, se ofrecerá una capacitación, en la que se espera participen los

encargados y personal clave de tortugarios seleccionados, con el objetivo de involucrarlos en todo el proceso y promover así la sostenibilidad del monitoreo.

La capacitación contempla la realización de una evaluación pre/post a través de Google Forms, e incluirá las siguientes temáticas:

- 1) Importancia del monitoreo de temperatura en el manejo de tortugarios
- 2) Monitoreo de temperatura a través de dataloggers
- 3) Colocación/retiro de dataloggers y llenado de boletas de información
- 4) Generación de información y análisis de datos

Al finalizar el monitoreo y en coordinación con CONAP, se realizará una presentación de los resultados en la *Mesa de Conservación de Tortugas Marinas* y con los encargados, regentes y personal clave de tortugarios seleccionados, a través de la cual se espera poder dar recomendaciones de manejo que puedan ser útiles para todos los tortugarios de la costa del Pacífico.

### **3. Diseño Experimental**

El proyecto cuenta con 21 dataloggers los cuales se colocarán en 3 nidos de cada uno de los 7 tortugarios seleccionados, durante al menos un período de incubación en la temporada de anidación del año fiscal 2020 del proyecto, entre los meses de junio y agosto.

Para ello, se solicitará a cada encargado de tortugario que las primeras 3 nidadas de la temporada sean sembradas en 3 posiciones diferentes en los recintos, las cuales potencialmente podrían presentar diferentes condiciones de temperatura debido a su localización dentro del vivero: nido A posicionado en la esquina superior izquierda del vivero de forma más cercana a la línea de marea, nido B posicionado en el centro del vivero; nido C posicionado en la esquina inferior derecha del vivero de forma más lejana a la línea de marea (Fig.5). Los huevos deberán sembrarse en el nido a 35 cm de profundidad, siguiendo el procedimiento estándar establecido en el *documento técnico 18-2018 "Lineamientos para el manejo de huevos de tortuga parlama (*Lepidochelys olivacea*)"* de CONAP. Durante la siembra los dataloggers se colocarán cuidadosamente en medio del grupo de huevos de cada nido (Fig.6) y serán retirados hasta el día de eclosión de cada nido. En los casos que los huevos de un nido eclosionen en diferentes días, el datalogger deberá retirarse hasta último día que ocurran nacimientos.

Se solicitará a los encargados de tortugarios que notifiquen la coordinación del proyecto en la costa sur, cuando se reciban huevos para siembra y cuando ocurran las eclosiones, para realizar en conjunto la colocación/retiro de dataloggers. Para facilitar el registro e interpretación de la información, se llenará una boleta (Anexo 1) que corresponderá a cada datalogger utilizado, e incluye aspectos como: identificación del datalogger, posición del nido, fecha de siembra y eclosión, número de huevos sembrados, número de huevos eclosionados, número de neonatos vivos/muertos, y la ocurrencia de distintas fechas de eclosión indicando el número de neonatos que nacieron cada día.

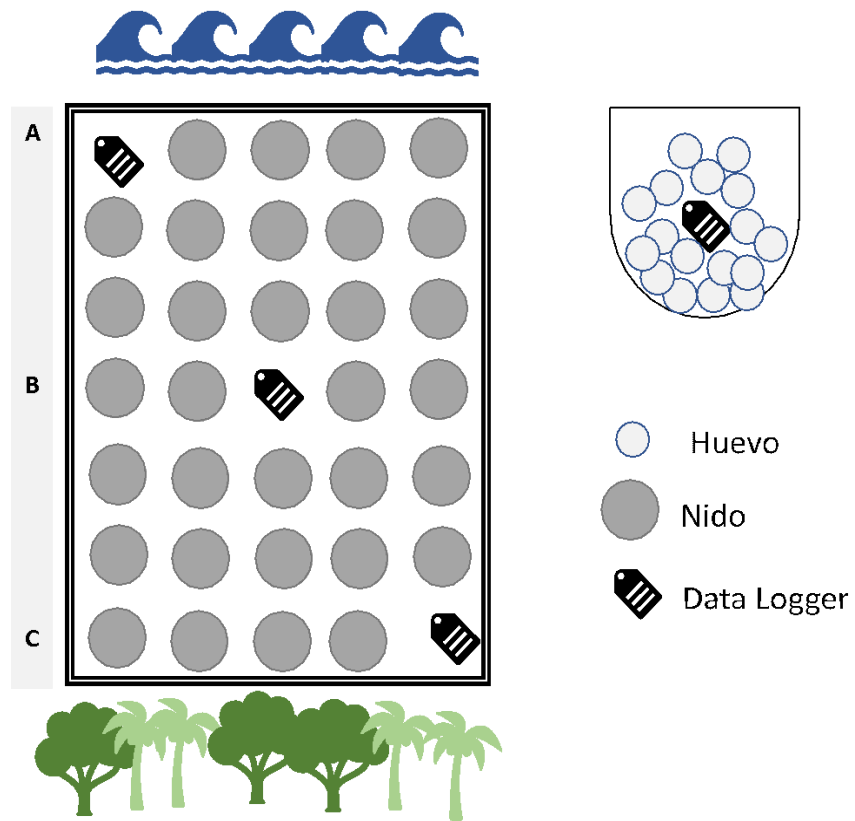


Figura 5. Selección de nidos en un tortugario para el monitoreo de temperatura de incubación de huevos de *L. olivacea* a través de dataloggers.



Figura 6. Método de colocación de dataloggers dentro de los nidos para el monitoreo de la temperatura de incubación de huevos de *L. olivacea*.

#### 4. Programación de dataloggers

Los dataloggers utilizados permiten generar registros de temperatura dentro de la arena en un rango de  $-40^{\circ}$  -  $85^{\circ}\text{C}$ , en intervalos de 30s cada 18 horas, y cuentan con una capacidad de 8,000 lecturas. Los dataloggers se configuraron a través de la plataforma Log Tag Analyzer, definiendo los parámetros a utilizar para el monitoreo de las temperaturas dentro los nidos de los tortugarios seleccionados. El total de lecturas de temperaturas programado, se establecerá con base en el periodo de incubación reportado para *Lepidochelys olivacea* (40-45 días), y en los resultados obtenidos de la prueba piloto en la temporada de anidación 2019 en la cual se registró un período de incubación de hasta 65 días. Los límites de alerta de temperatura se establecerán con base en el rango de temperatura viable para el desarrollo de embrionario de huevos de *Lepidochelys olivacea* (Ugalde, 1986, & Ackerman, 1997) y a los límites letales ( $< 24^{\circ}\text{C}$ -  $>35^{\circ}\text{C}$ ) (Hernández-Echeagaray, 2015). Los intervalos de muestreo se fijarán cada 4 horas para poder obtener una mayor precisión respecto a la variación de las temperaturas al tomar 6 lecturas al día (al amanecer, media mañana, medio día, media tarde, noche y medianoche). Con base a las lecciones aprendidas en la prueba piloto, se observó que no hay una gran variabilidad de temperaturas entre intervalos de 1 hora, es por ello que en este monitoreo se propone utilizar intervalos de 4 horas para registrar las temperaturas en los puntos de mayor variabilidad durante el día. La forma de muestreo de los dataloggers será configurada de forma continua para registrar una secuencia de variación de temperaturas a lo largo del periodo de incubación (Tabla 2).

Tabla 2. Configuración de los parámetros en los dataloggers para el monitoreo de la temperatura de incubación de huevos de *L. olivacea* en tortugarios.

Parámetro	Valor
Tiempo de registro de temperaturas	70 días (420 lecturas)
Frecuencia utilizada para muestrear	Intervalos de 4 horas

datos	
Limites de alerta (Temperatura)	24 °C -35 °C
Forma de muestreo	Continua

A cada datalogger se le asignará un código de identificación conformado por el número terminal de cada dispositivo y la posición en la que se colocará en el tortugario correspondiente (A= línea de marea, B= Centro y C= extremo opuesto línea de marea) (Tabla 3).

Tabla 3. Código de identificación de los 21 dataloggers que serán utilizados para el monitoreo de temperaturas de incubación en tortugarios de la costa del Pacífico.

Tortugario	No. datalogger	Posición	ID
El Chapetón/DIPESCA	1800131351	A	A-51
	1800131352	B	B-52
	1800131353	C	C-53
El Hawaii/ARCAS	1800131354	A	A-54
	1800131355	B	B-55
	1800131356	C	C-56
Monterrico/CECON	1800131357	A	A-57
	1800131358	B	B-58
	1800131359	C	C-59
El Banco/FUNDASELVA	1800139666	A	A-66
	1800139667	B	B-67
	1800139668	C	C-68
Candelaria/Proyecto 123	1800139669	A	A-69
	1800139670	B	B-70
	1800141122	C	C-22
Madre Vieja/CCM - AGHN	1800141123	A	A-23
	1800141124	B	B-24
	1800141125	C	C-25
El Garitón/Colegio Austriaco	1800141126	A	A-26
	1800141127	B	B-27
	1800141128	C	C-28

## 5. Análisis e interpretación de datos

La información generada por los dataloggers se procesará a través de la plataforma LogTag Analyzer, la cual genera una base de datos automática del registro de temperaturas de incubación durante el periodo muestreado, y además proporciona gráficos que pueden ser exportados a un archivo Excel para su posterior análisis.

Para el análisis de la información generada a partir de los registros de los Data Loggers los datos se estimaron las siguientes variables:

- Período de incubación (días transcurridos desde la siembra hasta la eclosión).
- Porcentaje de eclosión (número de huevos que eclosionaron con respecto al total de huevos sembrados).
- Temperatura promedio de incubación (promedio de temperatura registrado entre el día de siembra y día de eclosión).
- Rangos de temperatura de incubación (rangos de temperatura registrados entre el día de siembra y día de eclosión).
- Período con temperaturas  $\geq 34^{\circ}\text{C}$  (número de horas durante el período de incubación en las cuales se alcanzaron temperaturas que afectan el desarrollo).
- Período con temperaturas  $\leq 24$  y  $>35^{\circ}\text{C}$  (número de horas durante el período de incubación en las cuales se alcanzaron temperaturas letales).
- Temperatura promedio en el período termosensible (promedio de temperatura registrado durante el segundo trimestre de incubación).

Con base en el método utilizado por Wibbels (2007), Valverde *et al.* (2010) y Binhammer et al. (2019), se estimaron las proporciones sexuales de los nidos con base en el promedio de temperatura del período termosensible. Para calcular el período termosensible se dividirá el total de días de incubación en tres. Los datos que comprenden el segundo trimestre corresponderá al período termosensible. Como la temperatura pivotal varía geográficamente, al igual que en los estudios mencionados realizados en Costa Rica, la temperatura pivotal se establecerá en  $30.5^{\circ}\text{C}$ . Los nidos con temperaturas promedio arriba de  $30.5^{\circ}\text{C}$  en el segundo trimestre se determinarán como nidos con una predominancia de hembras, y los nidos con temperaturas promedio debajo de  $30^{\circ}\text{C}$  en el mismo período se determinarán como nidos con una predominancia de machos.

## REFERENCIAS

Ackerman, R. 1997. *The nest environment and the embryonic development of sea turtles*. En: Lutz, P. y J. Musick (eds). *The Biology of Sea Turtles, Vol 1*. CRC Press, Boca Raton, FL, p 83–106

Binhammer, Mead & Beange, Maddie & Arauz, Randall. (2019). *Sand Temperature, Sex Ratios, and Nest Success in Olive Ridley Sea Turtles*. *Marine Turtle Newsletter*. 5-9.

Chu, C. T., Booth, D. T., and Limpus, C. J. (2008) *Estimating the sex ratio of loggerhead turtle hatchlings at Mon Repos rookery (Australia) from nest temperatures*. *Australian Journal of Zoology* 56, 57-64

Davenport, J. 1997. *Temperature and the life-history strategies of sea turtles*. *J. Therm Biol.* Vol 22. No 6 pp. 479 488

Giorgi, F. (2006). *Climate change Hot-Spots*. *Geophys. Res. Lett.* 33doi. 101029/2006GL025734.

Godfrey, M. H., D'Amato, A. F., Marcovaldi, M. A., and Mrosovsky, N. (1999) *Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil*. *Canadian Journal of Zoology- Revue Canadienne De Zoologie* 77, 1465-1473

Hernández-echeagaray, O. E., Hernández-cornejo, R., Harfush-Meléndez, M., & García-Gasca, A. (2012). *Evaluation of Sex Ratios of the Olive Ridley Sea Turtle (Lepidochelys olivacea) on the Arribada Nesting Beach, La Escobilla, México*. *Marine Turtle Newsletter*, 133(January), 12–16.

Morales, B. (2013). *Relación entre la duración del período de incubación y la proporción de sexos de las tortugas marinas Lepidochelys olivacea en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM)*. Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. 147 pp.

Mrosovsky, N., and Provanca, J. A. (1989) *Sex ratio of loggerhead sea turtles hatching on a Florida beach*. *Canadian Journal of Zoology- Revue Canadienne De Zoologie* 67, 2533-2539

Muccio, C. (2018). *Análisis Situacional de la conservación de las tortugas marinas en Guatemala, versión 2018*. 18 pp.

Oz, M., Erdogan, A., Kaska, Y., Dusen, S., Aslan, A., Sert, H., Yavuz, M., and Tunc, M. R. (2004) *Nest temperatures and sex-ratio estimates of loggerhead turtles at Patara beach on the southwestern coast of Turkey*. *Canadian Journal of Zoology- Revue Canadienne De Zoologie* 82, 94-101

Ugalde-Chavarria, A. (1986). *La temperatura como factor determinante del sexo en la tortuga lora, Lepidochelys olivacea*. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en zoología. Universidad de Costa Rica, Escuela de biología, San José (Costa Rica). 51 pp.

Valverde RA, Wingard S, Gómez F, Tordoir MT, Orrego CM (2010) *Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle Lepidochelys olivacea embryos at a mass nesting rookery*. *Endang Species Res* 12: 77–86

Wibbels, T. (2003). *Critical approaches to sex determination turtles*. In: P.L. Lutz, J.A. Musick, & J. Wyneken (Eds). *The Biology of Sea Turtles*, Vol. 2. CRC Press Inc., Boca Raton Florida, pp. 103-134.

Wibbels, T. R., Hillis-Starr, Z. M., and Phillips, B. (1999) *Female-biased sex ratios of hatchling hawksbill sea turtles from a Caribbean nesting beach*. *Journal of Herpetology* 33, 142-144

Wibbels, T., Rostal, D., & Byles, R. (1998). *High Pivotal Temperature in the Sex Determination of the Olive Ridley Sea Turtle, High Pivotal Temperature in the Sex Determination of the Olive Ridley Sea Turtle, Lepidochelys olivacea, from Playa Nancite, Costa Rica*. *Copeia*, 4(4), 1086–1088.

## ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de boleta de datos utilizada para registrar información general de los dataloggers colocados en cada nido en los tortugarios.

Boleta #1	Boleta para el monitoreo de temperatura en nidos		
Nombre del tortugario:			
Nombre del encargado de tortugario:			
ID Data Logger:			
Fecha de Colocación:			
Distancia pared:		Número de huevos sembrados en el nido:	
Fechas de eclosión:	1)	2)	3)
Número de neonatos que emergieron por fecha:	1)	2)	3)
Número de neonatos vivos:		Número de huevos sin eclosionar:	
Número de neonatos muertos:		Número de huevos eclosionados:	
Observaciones:			