

Artículo Científico

Efecto de la densidad sobre el porcentaje de eclosión en nidos de parlama (*Lepidochelys olivacea*)

Effect of Clutch Size on the Hatching Success in Olive Ridley Sea Turtle (*Lepidochelys olivacea*) Nests

José Rodolfo González Cruz

Asociación Latinoamericana de Veterinarios de Fauna Silvestre

josergonzalez97@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-2839-7344>

Mynor André Sandoval Lemus

Unidad de Investigación de Conservación de Vida Silvestre, Universidad de Oxford, Reino Unido.

mynor.biolo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7173-8665>

Diego Armando Medina Arellano

Programa Centroamericano de Maestría en Entomología,

Universidad de Panamá.

iddiego1989@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0000-8127-6169>

Recibido: 12/01/2024

Aceptado: 30/03/2024

Publicado: 11/06/2024

Referencia del Artículo

González Cruz, J. R., Sandoval Lemus, M. A., & Medina Arellano, D. A. (2024). Efecto de la densidad sobre el porcentaje de eclosión en nidos de parlama (*Lepidochelys olivacea*). Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI, 8(1), 1–21.

DOI: <https://doi.org/10.36314/cunori.v8i1.244>



Las opiniones expresadas en el artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente representan la posición oficial de la USAC y sus miembros.



Resumen

PROBLEMA: La densidad de huevos en nidos de tortugas marinas puede llegar a influir sobre el éxito de eclosión de un nido, sin embargo en Guatemala la información sobre este efecto es limitado y poco aplicable a la práctica por lo que el manejo de los huevos al momento de incubar los nidos bajo condiciones protegidas en tortugarios, suele ser empírico y poco estandarizado. **OBJETIVO:** Evaluar el efecto de tres densidades diferentes sobre el porcentaje de eclosión en nidos de tortugas parlama en el Área protegida de Usos Múltiples Hawaii. **MÉTODO:** El estudio de tipo experimental se realizó en el Tortugario Hawaii, ubicado en el Área protegida de Usos Múltiples Hawaii, en Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala, donde se calculó y comparó el éxito de eclosión de sesenta nidos de tortuga Parlama incubados bajo condiciones protegidas, con tres densidades diferentes (30, 60 y 90 huevos) distribuidos aleatoriamente. **RESULTADOS:** Se observó que los nidos con 60 huevos presentaban un éxito de eclosión promedio levemente más alto. Sin embargo, el análisis estadístico de los resultados obtenidos reveló un valor p superior a 0.05, indicando que no existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos. **CONCLUSIÓN:** Tras el análisis de los resultados obtenidos se determinó que las densidades evaluadas no tienen efecto sobre el éxito de eclosión de los nidos.

Palabras clave: lepidochelys olivacea, densidad, porcentaje de eclosión.

Abstract

PROBLEM: The clutch size in sea turtle nests may influence the hatching success of a nest; however, in Guatemala, information on this effect is limited and not readily applicable in practice. Con-

sequently, the management of eggs during the incubation of nests under protected conditions in turtle hatcheries is often empirical and lacks standardization. **OBJECTIVE:** To evaluate the effect of three different clutch sizes on the hatching success percentage in nests of Olive Ridley sea turtles in the Hawaii Multiple Use Protected Area. **METHOD:** The experimental study was conducted at the Hawaii Turtle Hatchery, located in the Hawaii Multiple Use Protected Area in Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala. The hatching success of sixty Olive Ridley sea turtle nests incubated under protected conditions with three different clutch size (30, 60, and 90 eggs) randomly distributed was calculated and compared. **RESULTS:** It was observed that nests with 60 eggs showed a slightly higher average hatching success. However, the statistical analysis of the results obtained revealed a p-value greater than 0.05, indicating that there are no significant differences among the three treatments. **CONCLUSION:** Following the analysis of the results, it was determined that the evaluated densities have no effect on the hatching success of the nests.

Keywords: *lepidochelys olivacea*, clutch size, hatching success.

Introducción

La incubación de huevos en condiciones protegidas es una de las principales estrategias empleadas para la conservación de las tortugas marinas en Guatemala (Hernández, 2020). Sin embargo, a pesar de ser una práctica común en el país, el manejo de los huevos en este proceso, suele ser empírico y poco estandarizado (Cúmez, 2018; Morales, 2013).

Esta actividad es realizada con la finalidad de mitigar el efecto negativo que tienen distintas actividades humanas



sobre las poblaciones existentes de tortugas marinas (Montes, 2004; Reyna, 2015). En los últimos años, estos efectos negativos han aumentado conforme al incremento de la población humana en las zonas donde se distribuyen estas especies, principalmente de la tortuga parlama (*Lepidochelys olivacea*), especie considerada vulnerable y que anida en el Pacífico del país. (Abreu-Gorbois & Plotkin, 2008).

Las actividades humanas como la pesca, perturbación de las zonas de anidamiento, contaminación, depredación de sus nidos y de los mismos ejemplares han impactado negativamente a las distintas poblaciones existentes (Barker; 2006; Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2021; Koch et al, 2006; Mazaris et al., 2009; Palaniappan et al., 2018; Pérez, 2019).

Por esto, la incubación en condiciones protegidas se emplea desde hace ya varios años en el país dentro de instalaciones conocidas como tortugarios (Ariano- Sánchez et al, 2020). En estas instalaciones, los huevos de las tortugas son incubados de forma que se garantice un desarrollo seguro e ininterrumpido de los embriones. Posterior a la eclosión de los huevos en los nidos, los neonatos son liberados en las playas para que cumplan con su rol ecológico (Montes, 2004).

Los huevos incubados en los tortugarios de Guatemala provienen de diferentes fuentes (Reyna, 2015): Compra de nidos, donaciones, nidos encontrados durante patrullajes, decomisos o por cuota de conservación. Se conoce como cuota de conservación a aquellos huevos que entregan para incubación los recolectores (parlameros) correspondiente al 20% de los

huevos recolectados por ellos, tal como la ley les exige como requisito para poder comercializarlos para el consumo humano (Muccio, 2022). Debido a esto, las cantidades incubadas en los tortugarios son distintas en cada nido y no necesariamente provenientes de la misma nidada (Zelaya, 2016).

Varios autores de diferentes países afirman que la cantidad de huevos incubados en un nido, es decir la densidad del nido, puede llegar a influir sobre el número de neonatos viables por nido (Ditmer & Stapleton, 2012; Hewavisenthi & Parmenter; 2002; Slagle, 2022). Sin embargo, la información disponible es limitada para el país y la información disponible generada en otros países sobre incubación, además de ser escasa puede llegar a ser desactualizada, no fiable, infundada o poco aplicable para la ejecución ex situ en Guatemala (Cúmez, 2018; Hernández, 2020; Morales, 2013). Esto se debe principalmente a la evidencia disponible, las diferencias fisiológicas entre las distintas especies, así como las distintas condiciones ambientales, como temperatura y humedad relativa, propias de las distintas regiones donde se distribuyen los ejemplares estudiados (Chacón, 2008; Hitchins et al., 2004; Patricio et al, 2021; Sandoval; 2017).

La ausencia de esta información impide comprender de mejor manera como factores que pueden ser manipulados artificialmente en la práctica, como el número de huevos que se incuban por nido, repercuten en el éxito de la incubación y que además puede hacer más eficientes los procesos y por ende generar un mejor impacto en las labores de conservación de estos animales. Considerando esto, es importante que se investiguen distintas prácticas de manejo que puedan in-

fluir en el éxito de estos procesos con la finalidad de mejorar los procesos de manejo ya existentes en los tortugarios en Guatemala.

Materiales y métodos

El estudio es de tipo experimental y se llevó a cabo en el Tortugario Hawaii, dentro de las instalaciones del Parque Hawaii, propiedad de la Asociación de Rescate y Conservación de la Vida Silvestre [ARCAS], el cual se encuentra dentro del área protegida denominada Área de Usos Múltiples Hawaii [AUMH], Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala, aproximadamente a 48 metros de la línea de playa a una altitud de 6 msnm ($13^{\circ}52'05.2''\text{N } 90^{\circ}25'10.1''\text{W}$).

La incubación se realizó en un área de 7 de metros de ancho y 3.5 metros de largo dentro de un tortugario con un área interna total de 105 m² dividido internamente en cuadrantes de 50 cm x 50 cm aptos para la incubación de huevos. Todo el tortugario posee un techo de sarán y protección lateral con 2.8 mts de altura, con malla galvanizada.

Los huevos de *Lepidochelys olivacea* utilizados para el experimento fueron recolectados durante el proceso de ovoposición, por medio de un agujero realizado de manera oblicua para tener acceso al nido realizado por la tortuga. Los huevos posteriormente a su recolección fueron colocados en bolsas plásticas o de tela y trasladados entre 50 metros a 7.5 kilómetros (dependiendo del lugar donde la tortuga hizo el nido) hacia el tortugario donde fueron incubados.

Los huevos fueron incubados, siguiendo una distribución al

azar de 3 diferentes densidades, 30, 60 y 90 huevos, siendo identificados como tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, teniendo 20 repeticiones para cada tratamiento. También fueron colocados en algunos nidos y en algunos espacios vacíos del tortugario, registradores automáticos de temperaturas conocidos como Dataloggers ya que ARCAS busca registrar anualmente las fluctuaciones de temperaturas tanto dentro de los nidos como la temperatura del área de incubación.

Los huevos se colocaron directamente en la arena dentro de agujeros de 40 cm de profundidad, los cuales fueron escarbados de manera manual al centro de cada cuadrante. Estos agujeros se realizan con forma aforada para simular la estructura natural del nido escarbado por la madre.

Posterior al periodo máximo de incubación para *L. olivacea* (65 días) (Muccio, 2015) se realizó la exhumación del nido. Durante este proceso se contabilizaron las cáscaras vacías que conservaban más del 50% de su estructura y que corresponde directamente a la cantidad de neonatos eclosionados. Además, se contabilizaron los huevos embrionados no eclosionados y los huevos no embrionados con la finalidad de calcular el porcentaje de éxito de eclosión (Fig. 1).

Fórmula utilizada para el cálculo del éxito de eclosión

$$\text{Éxito de eclosión: } ((\#C)/(\#C+\#HS+\#HD)) * 100$$

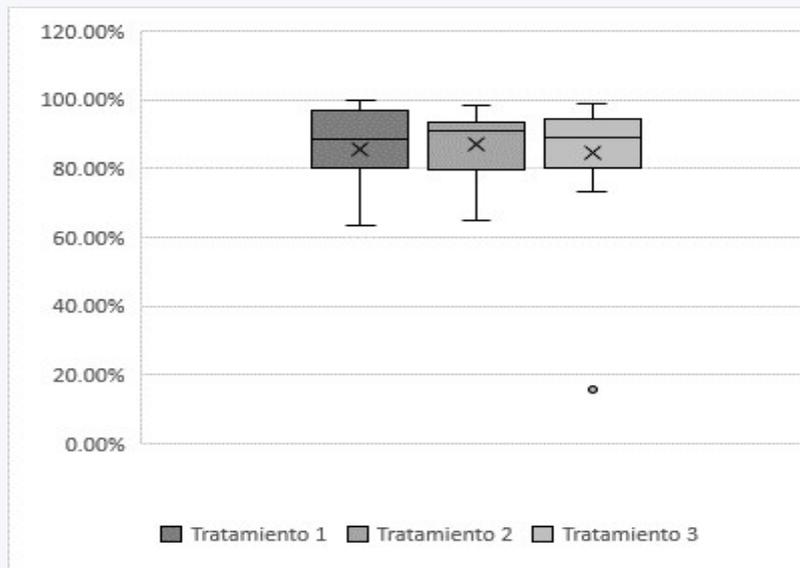
Nota: #C: número de cáscaras vacías (Más del 50% del cascarón); #HS: número de huevos sin desarrollo embrionario; #HD: número de huevos con desarrollo embrionario no eclosionados.

Posterior a la recolección de los datos y cálculo del éxito de eclosión de los nidos, se sometieron los datos a la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de $p < .05$ utilizando el software estadístico R (versión 4.3.1).

Resultados

Tras la exhumación de cada nido y cálculo de su respectivo éxito de eclosión (Gráfica 1), se someten los datos a la prueba de Kruskal-Wallis y también se procede a la determinación del éxito de eclosión promedio por tratamiento (Tabla 1). Según los resultados obtenidos, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($p = 0.9724$).

Figura 1. Éxito de eclosión de todos los nidos



Nota: La gráfica ilustra la distribución, tendencia central y la variabilidad en el éxito de eclosión entre los nidos sujetos a diferentes tratamientos. Se observa la presencia de un valor atípico en el Tratamiento 3.



En la Figura 1, se aprecia que la mayoría de los nidos, independientemente del tratamiento, exhiben tasas de éxito de eclosión que oscilan entre el 80% y el 100%. En este análisis, se observa que el tratamiento 1 muestra una mayor variabilidad en los resultados, evidenciando una distribución más amplia. Por otro lado, el tratamiento 3, a pesar de presentar un valor atípico, se caracteriza por una distribución más restringida y homogénea en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 1. porcentajes de incubación promedio y éxito de eclosión promedio por tratamiento

Tratamiento	#C	#HS	#HD	EC
30 huevos (Tratamiento 1)	85.67% (11.09)	12.33% (14.95)	5.33% (7.04)	85.67% (11.09)
60 huevos (Tratamiento 2)	87.25% (9.62)	11.33% (10.67)	1.83% (1.94)	87.25% (9.62)
90 huevos (Tratamiento 3)	84.44% (17.79)	8.78% (9.72)	7.11% (9.56)	84.44% (17.79)

#C: Numero de Cáscaras vacías (Más del 50% del cascarón); #HS: Huevos sin desarrollo embrionario; #HD: Huevos con desarrollo embrionario; #Hd; Huevos depredados; EC: Éxito de eclosión

Nota: La tabla presenta el promedio de los resultados obtenidos tras la incubación por tratamiento, así como el éxito de eclosión promedio por tratamiento, donde se observa poca variación entre los mismos.

Se observa que el tratamiento 2 supera a los demás tratamientos con un éxito de eclosión promedio mayor (87.25 %). Por otro lado, el Tratamiento 1 registra un promedio de 85.67 %, mientras que el Tratamiento 3 alcanza un promedio de 84.44%. Estos resultados sugieren que el Tratamiento 2 (60 huevos) es el más eficiente en este contexto, superando a los demás tratamientos en términos de éxito de eclosión promedio.

Se evidencia también el porcentaje promedio de huevos no embrionados supera al de huevos embrionados en todos los tratamientos analizados. Además, se observó que en el tratamiento 3, el porcentaje promedio de huevos no embrionados y embrionados se mantiene relativamente constante, mostrando una variabilidad mínima entre ambas categorías. Al someter estos últimos datos a la prueba de Kruskal-Wallis, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al porcentaje promedio de huevos no embrionados ($p = 0.5436$). De manera similar, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos en relación con el porcentaje promedio de huevos con desarrollo embrionario ($p = 0.0616$).

Discusión

Los resultados obtenidos durante esta investigación sugieren que no existe influencia significativa sobre el éxito de eclosión por parte de la densidad del nido. Esto coincide con los resultados presentados por Zelaya (2016) donde concluye que no existe relación entre la densidad del nido y el éxito de eclosión.

Al examinar detenidamente los datos de cada tratamiento, se evidencia una variabilidad en los porcentajes de éxito de eclosión o en las tasas ausencia de desarrollo embrionario, incluso entre repeticiones de los mismos tratamientos. Además, es importante destacar que la mayoría de los huevos que no eclosionaron no mostraban un desarrollo embrionario perceptible, lo cual podría atribuirse principalmente (aunque no de manera exclusiva) a la falta de fertilización de los huevos (Miller, 2000; Zelaya, 2016). Es importante señalar que otros autores han reportado que

factores como la humedad (McGehee, 1990) y la temperatura (Booth, 2017; Laloë et al., 2017) pueden obstaculizar el desarrollo embrionario durante el proceso de incubación.

Los resultados obtenidos contrastan con lo que indican las investigaciones realizadas por Ditmer & Stapleton (2012), Hewavisenthi & Parmenter (2002) y Slagle (2022). Estas investigaciones exponen como la cantidad de huevos influye de distinta forma sobre el éxito de eclosión en nidos in situ de Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Antigua y Barbu-da, en nidos de Tortuga Plana (*Natator depressus*) en Australia y en Tortugas Cabezonas (*Caretta caretta*) en Florida respectivamente. Esto podría deberse a que los nidos evaluados en esta investigación poseen menos huevos que los nidos naturales evaluados por estos autores. Se hipotétiza que al tener un número bajo de huevos en los nidos se estaría previniendo un incremento exagerado de la temperatura interna del nido que dé como resultado la muerte de los embriones como ha sido reportado en condiciones in situ (Bladow & Milton, 2019; Contreras-Mérida & Morales-Mérida, 2021) y por ende el éxito de eclosión no se ve afectado significativamente contrario a cómo podría suceder en el caso de los nidos naturales.

Esta discrepancia con los datos previamente publicados era previsible, dado también que cada región, temporada y especie presentan factores únicos que influyen en el porcentaje de eclosión. Por esta razón, resulta imperativo investigar en profundidad todos los factores que intervienen en el proceso de incubación en diversas regiones y cómo interactúan entre sí, con el fin de desarrollar prácticas de manejo adaptadas a las necesidades específicas de cada especie y área de anidación.



Es importante mencionar que los huevos utilizados en este estudio al proceder de distintos nidos, supone que eran de distintas hembras con edades y características fisiológicas y morfológicas distintas, lo que también podría explicar la variabilidad en los resultados obtenidos ya que estas variaciones podrían llegar a influir en el éxito reproductivo (Broderick et al., 2003). Por lo tanto, es fundamental considerar esta diversidad al interpretar los resultados y continuar investigando para comprender mejor la influencia de estos factores específicos en el éxito de la eclosión.

Finalmente, es importante mencionar que, si bien el registro de temperaturas por parte de ARCAS en el tortugario Hawaii no constituye un componente esencial de esta investigación, es necesario señalar que la mayoría de los registradores de temperatura quedaron sin batería durante el periodo de incubación. Esto limitó el acceso a la totalidad de los datos recopilados. A pesar de estas limitaciones, los registros disponibles revelaron indicios de variaciones en la temperatura media de al menos 1°C entre algunos tratamientos. Estos hallazgos inesperados e incidentales no solo evidencian la importancia de verificar el estado de los dispositivos antes de su uso, sino que también sugieren nuevas posibles líneas de investigación. Los cambios de temperatura relacionados con la densidad podrían tener un impacto significativo en el desarrollo embrionario de los neonatos, afectando el porcentaje de eclosión, la proporción de machos a hembras, así como el número de malformaciones y asimetrías (Contreras-Mérida & Morales-Mérida, 2021; Wood et al., 2014).

Conclusión

Este estudio sugiere que la densidad de huevos no tiene un efecto significativo en el éxito de eclosión de nidos de tortuga parlama (*Lepidochelys olivacea*) incubados bajo condiciones protegidas en el Área de Usos Múltiples Hawaii [AUMH], Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala. Los tres tratamientos evaluados en este estudio no muestran diferencias estadísticamente significativas en el éxito de eclosión. Esto sugiere que, al menos utilizando las densidades evaluadas y en el contexto del estudio, la cantidad de huevos incubada en tortugarios no influye en la cantidad de neonatos viables que se obtienen de un nido.

Aunque los resultados señalan la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se podría sugerir que incubar nidos con alrededor de 90 huevos o cifras cercanas a este número podría aportar beneficios considerables en términos de eficiencia operativa para el Tortugario. La carencia de variación significativa sugiere que trabajar con estas cantidades de huevos simplifica el proceso, reduciendo el tiempo dedicado por el personal en la creación de nidos. Al mismo tiempo, esta estrategia posibilita la incubación de una cantidad notablemente mayor de nidos, ya que requiere menos espacio dentro del Tortugario. La implementación de esta estrategia podría optimizar los recursos y facilitar una gestión más eficaz de la incubación, incrementando así el número de neonatos viables para en el Tortugario que al ser liberados podrán fortalecer la diversidad genética, mejorar la salud y la sostenibilidad de las poblaciones silvestres en el país.



Estos resultados enriquecen el conocimiento sobre las prácticas de incubación ex situ de esta especie y destacan la necesidad de investigar factores que puedan afectar de manera más significativa el éxito de eclosión y la eficacia de este proceso de conservación.

Agradecimientos

Agradecemos a la Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre (ARCAS) por el apoyo para realizar esta investigación.

Referencias

- Abreu-Grobois, A., & Plotkin, P. (30 de junio de 2008). *Lepidochelys olivacea*. <https://www.iucnredlist.org/species/11534/3292503>
- Ariano-Sánchez, D., Muccio, C., Rosell, F. & Reinhardt, S. (2020) Are trends in Olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) nesting abundance affected by El Niño Southern Oscillation ~ (ENSO) variability? Sixteen years of monitoring on the Pacific coast of northern Central America. *Global Ecology and Conservation*, 24 (2020), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01339>
- Barker, F. (2006) The utility of local knowledge of olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) nesting behaviour for turtle conservation management in Guatemala [Tesis de Maestría, Universidad de Cranfield] https://www.arcasguatemala.org/wp-content/uploads/Arcas_pub_UtilityOliveRid2006.pdf

Bladow, R. A. & Milton, S. L. (2019). Embryonic mortality in green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtle nests increases with cumulative exposure to elevated temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 518(2019), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2019.151180>

Booth, D.T. (2017) Influence of incubation temperature on sea turtle hatchling quality. *Integrative Zoology*. 12(5): 352-360. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12255>

Broderick, A., Glen, F., Godley, B., & Hays, G. (2003). Variation in reproductive output of marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 288 (2003). 95-109. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(03\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(03)00003-0)

Chacón, D., Dick, B., Harrison, E., Sarti, L., y Solano, M. (2008). Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica. Secretaria Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas. <http://www.iacseaturtle.org/docs/publicaciones/15-MANUALCIPT.pdf>

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2021). Mes de julio, inicio temporada de anidación de Tortugas Marinas. <https://conap.gob.gt/mes-de-julio-inicio-temporada-de-anidacion-de-tortugas-marinas/>

Contreras-Mérida, M. R., & Morales-Mérida, B. A. (2021). Relación entre la temperatura de incubación y la asimetría del carapacho de neonatos de *Lepidochelys olivacea* incubados en el Área de Usos Múltiples Hawaii [AUMH], Santa Rosa, Guatemala. *Revista Científica*, 30(1), 27–36. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v30i1.18>



- Cúmez, B. L. (2018). Evaluación del éxito de eclosión en nidos de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala. [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_4158.pdf
- Ditmer, M.A. & Stapleton, S. P. (2012) Factors Affecting Hatch Success of Hawksbill Sea Turtles on Long Island, Antigua, West Indies. PLoS ONE, 7 (7), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038472>
- Hernández, S. (2020). Determinación de la presencia de hongos del género *Fusarium* en nidos de *Lepidochelys olivacea* en el tortugario del area de usos multiples Hawaii, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0216.pdf
- Hewavisenthi, S., & Parmenter, C. J. (2002). Incubation Environment and Nest Success of the Flatback Turtle (*Natator depressus*) from a Natural Nesting Beach. *Copeia*, 2002(2), 302–312. [http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511\(2002\)002\[0302:IEANSO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511(2002)002[0302:IEANSO]2.0.CO;2)
- Hitchins, P.M., Bourquin, O. & Hitchins, S. (2004) Nesting success of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) on Cousine Island, Seychelles. *The Zoological Society of London*. 264, 383-389. <https://doi.org/10.1017/S0952836904005904>
- Koch, V., Nichols, W. J., Peckham, H. & de la Toba, V. (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Biological Conservation*. 128(3): 327-334. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.038>

- Laloë, J., Cozens, J.; Renom, B., Taxonera, A. & Hays, G. (2017) Climate change and temperature-linked hatchling mortality at a globally important sea turtle nesting site. *Global Change Biology*. 23(1) pp.1-10. <https://doi.org/10.1111/gcb.13765>
- Mazaris, A. D., Matsinos, G. & Pantis, J. D. (2009) Evaluating the impacts of coastal squeeze on sea turtle nesting. *Ocean & Coastal Management*. 52(2): 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.10.005>
- McGehee, M. A. (1990). Effects of Moisture on Eggs and Hatchlings of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). *Herpetologica*, 46(3), 251–258. <https://www.jstor.org/stable/3892967?typeAccessWorkflow=login>
- Miller, J. D. (2000). Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de Eclosión. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Ed.), *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (Publicación No. 4, Traducción al español). UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1999-076-Es.pdf>
- Montes, N. L. (2004). Estimación de la abundancia relativa de tortugas marinas que anidan en las costas de Guatemala [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2176.pdf
- Morales, B. A. (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, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B244.pdf>

- Muccio, C. (2022). Análisis Situacional de la Conservación de la Tortuga Marina en Guatemala. Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre. <https://arcasguatemala.org/wp-content/uploads/Analisis-Situacional10-2022.pdf>
- Palaniappan, P., Naqiah Nazuhar, N.N, Syed Huessein, M.A (2018) Quantifying the nesting density and assessing the potential threats to sea turtles in Kuala Penyu, Sabah, Malaysia. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 6(6) pp. 193-198. <https://www.fisheriesjournal.com/archives/2018/vol6issue6/PartC/6-6-14-263.pdf>
- Patricio, A. R., Hawkes, L. A., Monsinjon, J.R., Godley, B. J. & Fuentes, M.M. (2021) Climate change and marine turtles: recent advances and future directions. Endangered Species Research. 44: 363-395. <https://doi.org/10.3354/esr01110>
- Pérez, C. (10 de diciembre de 2019) ¿Consumo de huevos de tortuga como afrodisiaco? la otra realidad que podría tornarse trágico. Prensa Libre. Recuperado de: <https://www.prensalibre.com/ciudades/guatemala-ciudades/consumo-de-huevos-de-tortuga-como-afrodisiaco-la-otra-realidad-que-podria-tornarse-tragica/>
- Reyna, A. L. (2015). Factores ambientales relacionados con la anidación de las tortugas marinas en la costa del pacifico-este de Hawaii, Santa Rosa, Guatemala [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/EPSB242.pdf>
- Sandoval, J. L. (2017). Influencia de factores ambientales sobre el éxito de incubación de la tortuga golfina (*Lepidochelis olivacea*) en condiciones de vivero en el estado de Guerrero, México [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1603/1/>

[tesis Sandoval Ram%c3%adrez Jose Luis 28 sep 2017.pdf](#)

Slagle, C. J. (2022) The Impacts of Egg Chamber Depth and Clutch Size on Hatching and Emergence Success for Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) on South Florida Beaches [Tesis de Maestría, Nova Southeastern University]. https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1114&context=hcas_etd_all

Wood, A., Booth, D. & Limpus, C. (2014). Sun exposure, nest temperature and loggerhead turtle hatchlings: Implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 451(2014), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.11.005>

Zelaya, L. A (2016) Influencia de la densidad de siembra en el éxito de eclosión y duración del período de incubación, en huevos de tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, en viveros de incubación del Parque Nacional Hawaii, Chiquimulilla, Santa Rosa. [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0216.pdf

Sobre los autores

José Rodolfo González Cruz

Estudiante con Pensum cerrado de la Licenciatura en Medicina Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Socio de la Asociación Latinoamericana de Veterinarios de Fauna Silvestre (ALVEFAS) y miembro de la Asociación Americana de Veterinarios de Zoológicos (AAZV por sus siglas en inglés).

Mynor André Sandoval Lemus

Biólogo egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, becario del postgrado en conservación de vida silvestre de la Unidad de Investigación de Conservación de Vida Silvestre de la universidad de Oxford en Reino Unido. Actual miembro de la junta directiva de la Asociación Guatemalteca de Mastozoólogos (ASOGUAMA) y cofundador de Hylos, laboratorio de emprendimientos comunitarios. Coautor de distintos artículos científicos en materia de conservación en la Reserva de Biósfera Maya.

Diego Armando Medina Arellano

Médico Veterinario egresado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Magíster en Ciencias con Énfasis en Entomología por la Universidad de Panamá y Especialista en Bioinformática y Biocomputación Molecular Biomédica por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Financiamiento de la investigación

Esta investigación fue financiada por la dirección del Parque Hawaii, propiedad de la Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre (ARCAS).

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de uso

Copyright© 2024 por José Rodolfo González Cruz, Mynor André Sandoval Lemus y Diego Armando Medina Arellano. Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.