

# Bajo la Superficie del Mar: Comportamiento de Buceo de Tortugas Marinas

## Under the Sea Surface: Sea turtles Diving Behavior

### Au-dessous de la Surface de la Mer : Comportement de Plongée des Tortues Marines

SANDRA A. GALLEGOS-FERNÁNDEZ\*, EDUARDO CUEVAS y MARÍA DE LOS ÁNGELES LICEAGA CORREA  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida,  
Carretera antigua a Progreso km 6. C.P. 97310.Mérida, Yucatán, México.  
[\\*sandra.gallegos@cinvestav.mx](mailto:*sandra.gallegos@cinvestav.mx)    [amir.cuevas@gmail.com](mailto:amir.cuevas@gmail.com)    [maria.liceaga@cinvestav.mx](mailto:maria.liceaga@cinvestav.mx)

#### RESUMEN EXTENDIDO

El estudio del comportamiento de buceo tiene alta relevancia para el conocimiento de la biología de tortugas marinas, ya que pasan la mayor parte de vida en el océano bajo el agua (Lutcavage y Lutz 1997, Rice y Balazs 2008). Tecnologías como la telemetría satelital permiten rastrear a individuos de tortugas marinas (Godley et al. 2007) a través de transmisores satelitales, los cuales colectan datos sobre el comportamiento de buceo de los individuos y se pueden asociar a las diferentes etapas de su movimiento. Estos datos etológicos derivados de estudios de telemetría satelital son generalmente subutilizados, y no se les da el valor adecuado.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de buceo de diferentes especies de tortugas marinas post-anidantes, durante sus etapas del rastreo (Inter-anidación, Migración y Alimentación), y respecto al ciclo circadiano. En las temporadas de anidación 2016 se colocaron 51 transmisores satelitales de la marca Telonics® modelo TAM 4510-3 a hembras post-anidantes de tres especies: tortuga caguama (*Caretta caretta*, n = 6), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, n = 13) y tortuga blanca (*Chelonia mydas*, n = 32), en playas de anidación del Golfo de México y Caribe Mexicano.

Estos transmisores colectan datos de la duración del último buceo previo a la transmisión de datos y número de buceos realizados en un período de 12 h previo a la hora de transmisión. En este estudio se consideraron buceos aquellas inmersiones de más de 10s de duración, y se eliminaron datos considerados atípicos con base en la literatura disponible (Cuevas 2009, González-Garza 2009, Hazel et al. 2009, Hochscheid et al. 2007, Rice y Balazs 2008, Seminoff et al. 2006).

Para ambas variables, último buceo y número de buceos, se realizaron análisis de varianza no paramétrica (Kruskal-Wallis y Wilcoxon-Man Whitney -  $\alpha = 5\%$  -), dado que no cumplieron los supuestos de homocedasticidad y normalidad, para evaluar las diferencias entre especies durante las etapas de movimiento, entre las etapas para cada especie, y únicamente para la duración del último buceo respecto al ciclo circadiano en cada etapa de movimiento. Se construyeron gráficas de series de tiempo para describir las tendencias generales del comportamiento de buceo de cada especie. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat/ L v. 2017 (Di Rienzo et al. 2017).

Para las tres especies se registró el mayor número de buceos durante la etapa de Interanidación, y el menor durante la Alimentación. El número de buceos fue significativamente diferente entre etapas de todas las especies, en donde la tortuga blanca (*C. mydas*) registró diferencias significativas ( $H = 144.62$ ,  $p < 0.0001$ ) durante Alimentación, la caguama (*C. caretta*) en Interanidación ( $H = 103.78$ ,  $p < 0.0001$ ), y la carey (*E. imbricata*) entre todas sus etapas ( $H = 162.35$ ,  $p < 0.0001$ ). Al evaluar las diferencias del número de buceos entre especies por etapa de movimiento, durante la Interanidación y Migración la tortuga blanca presentó un número significativamente mayor de buceos respecto a las otras especies ( $\bar{X} = 41$ ,  $H = 47.05$ ,  $p < 0.0001$ ;  $\bar{X} = 35$ ,  $H = 66.30$ ,  $p < 0.0001$ , respectivamente). En la etapa de Alimentación, las tres especies presentaron diferencias significativas entre ellas ( $\bar{X}_{Cc} = 12$ ,  $\bar{X}_{Cm} = 19$ ,  $\bar{X}_{Ei} = 9$ ,  $H = 98.52$ ,  $p < 0.0001$ ) (Figura 1).

En lo que respecta a la duración del último buceo antes de transmitir, sólo la especie caguama presentó diferencias significativas entre etapas ( $\bar{X}_{IA} = 31$ ,  $\bar{X}_{Mig} = 24$ ,  $\bar{X}_{Alm} = 29$ ,  $H = 10.92$ ;  $p = 0.0042$ ). En lo que respecta a las diferencias entre etapas por especie, éstas resultaron estadísticamente significativas con la caguama registrando la mayor duración (31 min) durante la Interanidación ( $H = 128.22$ ,  $p < 0.0001$ ), la carey los mayores buceos en Migración (28 min,  $H=14.65$ ,  $p < 0.0007$ ), y la tortuga blanca los menores tiempos en las tres etapas ( $\bar{X}_{IA} = 12$  min,  $\bar{X}_{Mig} = 13$  min,  $\bar{X}_{Alm} = 13$  min).

Las duraciones de buceo previo a la transmisión no fueron estadísticamente diferentes entre día y noche en cada una de las etapas para las especies caguama y carey. Por el contrario, para la tortuga blanca sí se registraron valores significativamente mayores durante el día en la etapa de Alimentación ( $W = 5762$ ,  $p = 0.0087$ ). En lo general, las especies caguama y carey realizan buceos de mayor duración durante su actividad nocturna en la etapa de Alimentación (Figura 2).

La obtención de información sobre el comportamiento de buceo de individuos de tortugas marinas en el océano es difícil, por ejemplo, durante migraciones o en sitios de alimentación en áreas remotas (Rice y Balazs 2008). Sin embargo, tecnologías como la telemetría satelital permiten proporcionar información sobre sus comportamientos y entorno (Hays, 2008, Houghton et al. 2008).

Algunos autores describen al comportamiento de buceo diferente en cada etapa de movimiento, reconociendo al período de Interanidación como complejo y activo (Storch 2003, Minamikawa et al. 2000), lo cual coincide con nuestros resultados. En la Migración se ha reportado que las tortugas realizan buceos de corta duración (Godley et al. 2003), en contraste a nuestros resultados donde solo la tortuga blanca registró menor duración a lo mencionado en otros estudios. Y para Alimentación, el comportamiento de buceo tiende a ser regular y uniforme con buceos poco frecuentes de larga

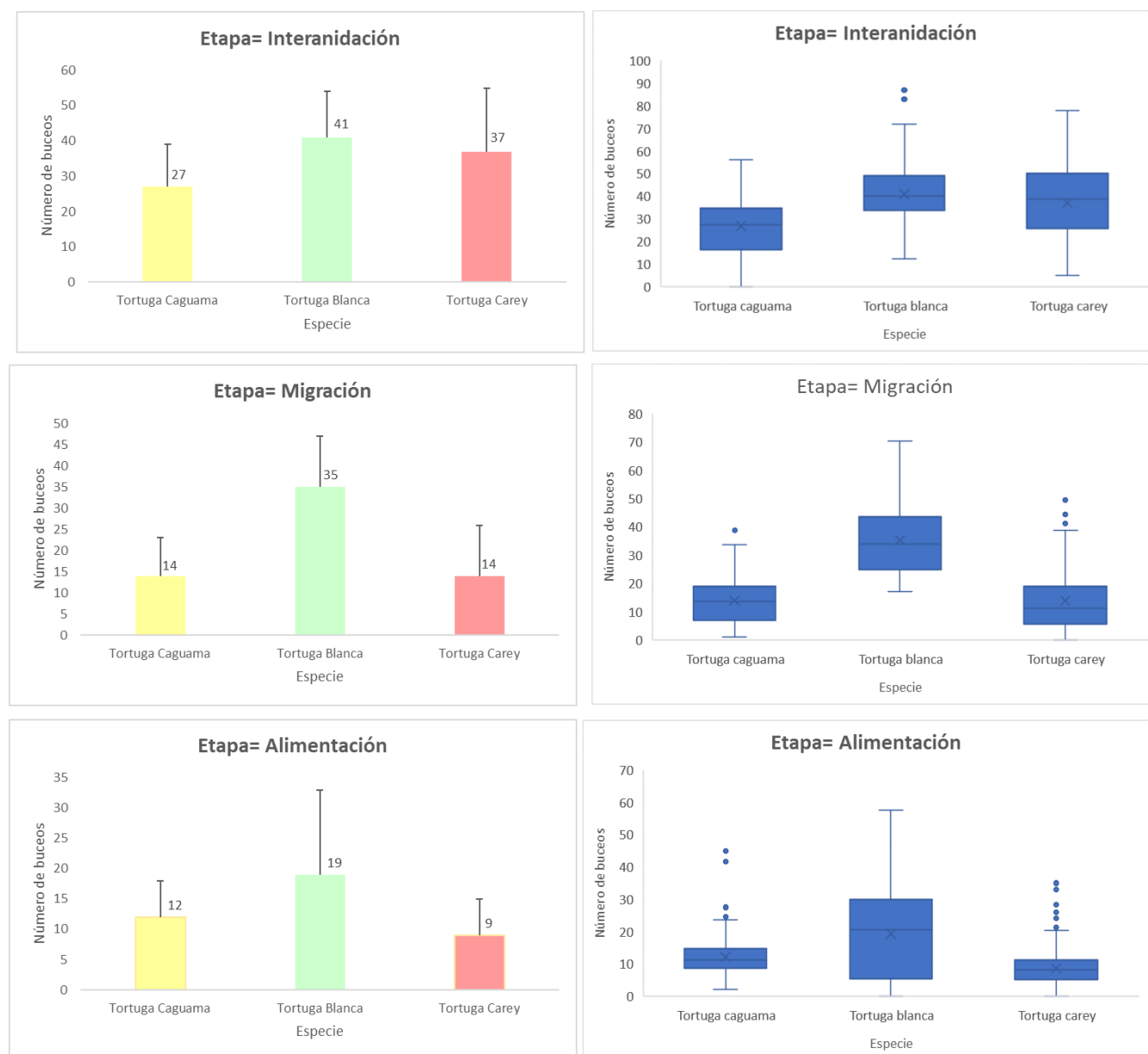
duración (Storch 2003).

En este estudio, la tortuga blanca fue la que realizó más buceos en las tres etapas, en comparación con la tortuga carey y tortuga caguama. El comportamiento de buceo de estas especies depende radicalmente de sus movimientos, los cuales varían de acuerdo con las diferentes actividades que realizan y que dependen de la estacionalidad de los recursos que varían espacial y temporalmente (Chambault et al. 2015).

Con el presente estudio se concreta información sobre el comportamiento de buceo general de las especies de

tortuga caguama, blanca y carey en el Golfo de México y Caribe Mexicano. Los resultados de este estudio son la base para futuros análisis que permitan comparar el comportamiento de buceo con otras variables proporcionadas por estos transmisores. El mejor entendimiento del comportamiento de buceo de estas especies ayudará a comprender mejor su etología para facilitar su manejo y conservación en estas zonas.

Esta investigación es financiada por el Fondo Sectorial CONACyT - SENER - Hidrocarburos, proyecto 201441. Esta es una contribución del Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM).



**Figura 1.** Estadísticos descriptivos del número de buceos realizados en cada etapa de movimiento para cada especie.

## LITERATURA CITADA

- Cuevas, E. 2009. *Ecología especial de la tortuga carey (Eretmochelys imbricata, Linnaeus 1766) y sus hábitats críticos en la Península de Yucatán, México*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. 142 pp.
- Chambault P., D. Pinaud, V. Vantrepotte, L. Kelle, M. Entraygues, C. Guinet, R. Berzinz, K. Bilo, P. Gaspar, B. de Thoisy, Y. Le Maho y and D. Chevallier. 2015. Dispersal and diving adjustments of the Green turtle *Chelonia mydas* in response to dynamic environmental conditions during post-nesting migration. *PLoS ONE* **10**(9): e0137340. [Doi: 10.1371/journal.pone.0137340](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137340)
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Godley B.J., A.C. Broderick, F. Glen y G.C. Hays. 2003. Post-nesting movements and submergence patterns of loggerhead marine turtles in the Mediterranean assessed by satellite tracking. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **287**:119-134.
- Godley B.J., J.M. Blumenthal, A. Broderick, M.S. Coyne, M. H. Godfrey, L.A. Hawkes y M.J. Witt. 2007. Satellite tracking of sea turtles: where have we been and where do we go next? *Endangered Species Research* **4**(1-2):3-22.
- González-Garza, B.I. 2009. Identificación y evaluación de hábitats marinos críticos para tortugas post-anidantes de carey (*Eretmochelys imbricata*) en la Península de Yucatán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. 107 pp.
- Hays G.C. 2008. Sea turtles: A review of some key recent discoveries and remaining questions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **356**:1-7.
- Hazel J., I.R. Lawler y M. Hamman. 2009. Diving at the shallow end: Green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **371**:84-92.
- Hochscheid S., F. Bentivegna, M.N. Bradai y G.C. Hays. 2007. Overwintering behaviour in sea turtles: dormancy is optional. *Marine Ecology Progress Series*. **340**:287-298.
- Hochscheid, S. 2014. Why we mind sea turtles' underwater business: A review on the study of diving behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **450**:118-136.
- Houghton J.D.R., A. Cedras, A.E. Myers, N. Liebsch, J.D. Metcalfe, J. Mortimer y G.C.Hays. 2008. Measuring the state of consciousness in a free-diving sea turtle. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **356**:115-120.
- Lutcavage, M.R. y P.L. Lutz. 1997. Diving physiology. Páginas 277-296 en: P.L. Lutz y J.A. Musick (Eds) *The Biology of Sea Turtles*. CRC PRESS, Boca Raton, Florida USA.
- Minamikawa S., Y. Naito, K. Sato, Y. Matsuzawa y T. Bando. 2000. Maintenance of neutral buoyancy by depth selection in the loggerhead turtle *Caretta caretta*. *Journal of Experimental Biology* **203** (19):2967-2975.
- Rice M.R. y G.H. Balazs. 2008. Diving behavior of the Hawaiian green turtle (*Chelonia mydas*) during oceanic migrations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **356**:121-127.
- Seminoff J.A., T.T. Jones y G.J. Marshall. 2006. Underwater behaviour of green turtles monitored with video-time-depth recorders: what's missing from dive profiles? *Marine Ecology Progress Series* **322**:269-280.
- Storch S. 2003. *The Behaviour of Immature and Female Hawksbill Turtles (Eretmochelys imbricata) at Sea*. PhD thesis, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany.



Figura 2. Series de tiempo por especie respecto al ciclo circadiano (día-noche) y Promedios del tiempo de buceo por etapa de movimiento y por especie.