

Densidad y Distribución Espaciotemporal de Tortugas Marinas en la Plataforma de Yucatán, México

Density and Spatiotemporal Distribution of Sea Turtles on the Yucatan Shelf, Mexico

Densité et Distribution Spatio-temporelle des Tortues Marines dans la Plate-forme du Yucatan, Mexique

E. BETZABETH PALAFOX-JUÁREZ, MARÍA DE LOS ÁNGELES LICEAGA-CORREA *,
SANDRA A. GALLEGOS-FERNÁNDEZ y EDUARDO CUEVAS
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.
Carretera Antigua A Progreso Km 6 S/N. C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México.
[*maria.liceaga@cinvestav.mx](mailto:maria.liceaga@cinvestav.mx)

RESUMEN EXTENDIDO

Las tortugas marinas son especies migratorias que utilizan diversos hábitats marinos durante su ciclo de vida (Eckert y Abreu-Grobois 2001, Bover y Wyneken 2015). El Golfo de México es ampliamente usado por cinco especies, reconociendo a toda la Plataforma como un importante corredor migratorio para las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*), blanca (*Chelonia mydas*) y caguama (*Caretta caretta*) (Cuevas et al. 2010, Mortimer et al. 2007). El objetivo del presente estudio fue evaluar la densidad y la distribución espaciotemporal de tortugas marinas en ambientes neríticos y oceánicos de la Plataforma de Yucatán.

Se implementó el método de conteo usando transectos lineales desde buques oceanográficos (Buckland 2012), para el conteo de individuos en ambientes pelágicos (LGL Ltd. 2005, Eguchi et al. 2007, Zepeda-Borja et al. 2017). Se realizaron 6 campañas, 3 cortas (un día de navegación): septiembre y octubre-2015 y enero-2016, navegando entre Arrecife Alacranes y Puerto Progreso, y 3 largas: noviembre-2015 (20 días), marzo-2016 (10 días), y agosto-septiembre-2016 (17 días) dentro de la Plataforma de Yucatán,

Se calculó la densidad y se estimó la probabilidad de detección de individuos (Buckland 2012, Thomas et al. 2010), se asociaron las ocurrencias con la profundidad (INEG, 2001), temperatura superficial del mar (Aqua MODIS Sea Surface Temperature, 11 μ day time_8D_4km), y concentraciones de clorofila (Aqua MODIS Sea Surface Chlorophyll concentration, 8D_4km); y se evaluó su grado de correlación mediante un análisis de correspondencia canónica (ACC).

En las campañas cortas se recorrieron 415.85 km, en 3 transectos, en 21.14 h, y se registraron 11 individuos, 9 de tortuga blanca y 3 no identificadas. Para las campañas largas se recorrieron 4368.17 km, en 57 transectos, durante 303.70 h, y se registraron 28 individuos: 15 *C. mydas*, 9 *C. caretta*, 2 *E. imbricata* y 2 no identificados (Figura 1). Se obtuvo una densidad de 0.0026 tortugas/km² ($\chi^2 = 4.6$, $\alpha = 0.19$, $n = 28$) para las campañas largas. Para las campañas cortas no fue posible estimar la densidad debido a que el tamaño de muestra fue demasiado pequeño. La densidad obtenida es comparable con datos reportados para el Pacífico Mexicano para *Lepidochelys olivacea* (Eguchi et al. 2007, Bover y Wyneken 2015, Hart et al. 2012a).

La mayor ocurrencia de tortugas se observó por debajo de los 30 m en la Plataforma de Yucatán, durante noviembre de 2015, y marzo, agosto y septiembre de 2016; y por debajo de los 40 m entre Arrecife Alacranes y Puerto Progreso durante septiembre y octubre de 2015. Las tortugas se distribuyen en aguas con temperatura promedio de 28.5° C (27.2 mínima - 30.4 °C máxima), rango usual reportado para zonas de ocurrencia de tortuga Carey en el Golfo de México, y en sitios con concentraciones de clorofila promedio entre 0.88 mg/m³ (0.11 mínima - 2.76 mg/m³ máxima); las concentraciones observadas son significativamente menores a lo reportado para sitios de forrajeo en la Plataforma de Yucatán — 253.3 - 1,084 mg C/m²/día (Hart 2012a, Hart 2012b) (Figura 2).

Por sus hábitos bentónicos es más común encontrar a las tortugas en zonas someras (Bover y Wyneken 2015, Guzmán - Hernández 2014). Los resultados obtenidos confirman el constante uso de al menos tres especies de tortugas marinas en la Plataforma de Yucatán, principalmente *C. mydas*. Se observó que las características geomorfológicas de la Plataforma (Liceaga-Correa 2013) ofrecen una extensa área en donde las tortugas pueden desarrollar diversas etapas de su ciclo de vida, por lo que las tres especies observadas se distribuyen de manera homogénea dentro del espacio costero de la Plataforma de Yucatán ($\alpha = 0.5$, inercia = 23).

Los resultados obtenidos confirman la importancia de la zona costera de la Península de Yucatán como una importante área de distribución y migración de tortugas carey, blanca y caguama (Guzmán-Hernández 2014, Cuevas et al. 2010a, Plotkin 2003), así como potenciales áreas de alimentación (Guzmán-Hernández 2003, Cuevas et al. 2007, González-Garza 2009, Vázquez-Cuevas 2015). Debido a los extensos desplazamientos que realizan las tortugas marinas, están expuestas a diversos tipos de amenazas por actividades pesqueras, petroleras y turísticas, las afectaciones pueden ocurrir de manera directa a los individuos o a sus zonas de alimentación, y pueden ocurrir en numerosos sitios (Putnam y Mansfield 2015). Los resultados aquí obtenidos contribuyen a enriquecer el conocimiento sobre los hábitats y hábitos pelágicos de las poblaciones de tortugas marinas, información clave para el desarrollo y éxito de estrategias de conservación enfocadas a la recuperación de estas.

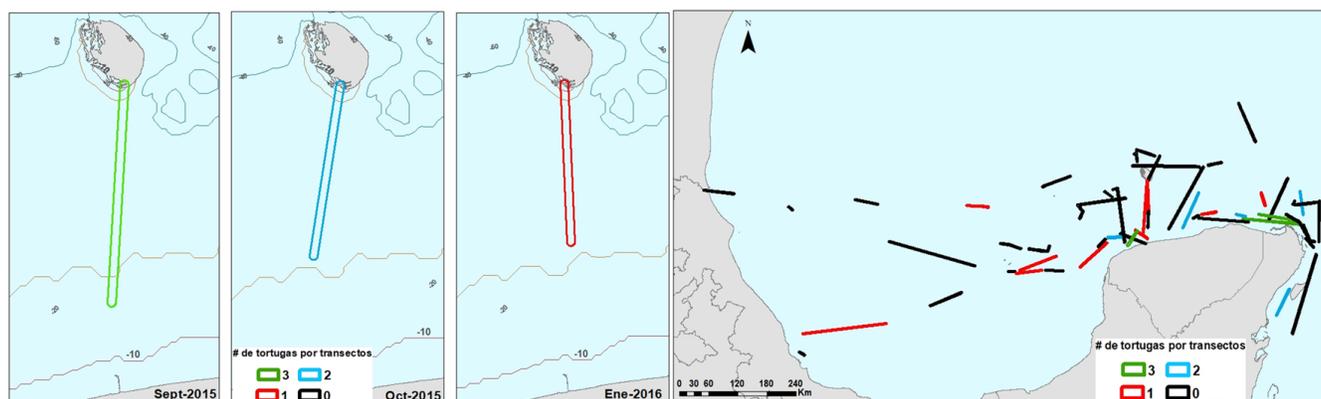


Figura 1. Esfuerzo de muestreo y distribución espacial de tortugas marinas marinas en la Plataforma de Yucatán, Izq. Campañas cortas, Der. Campañas largas.

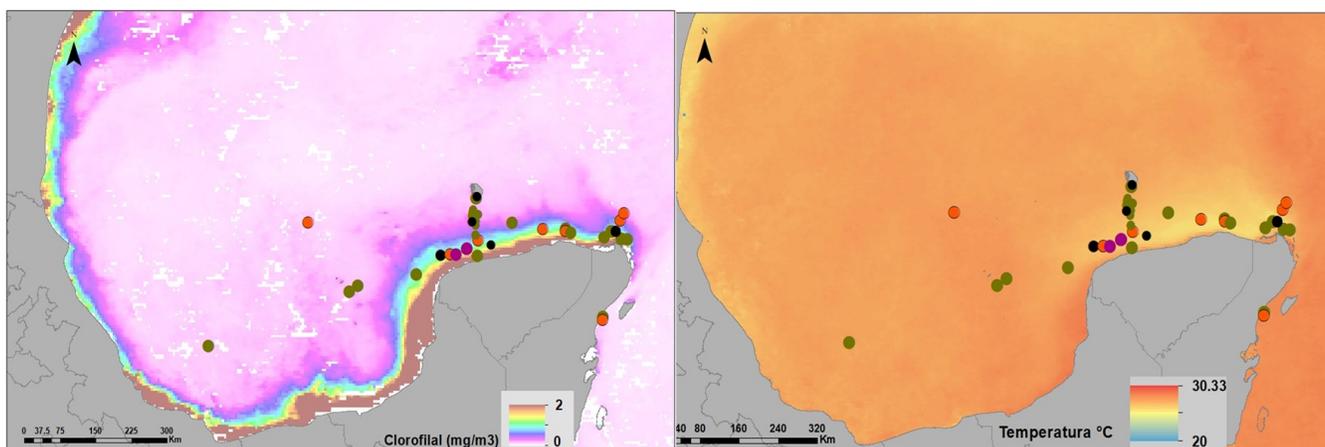


Figura 2. Distribución espacial de tortugas respecto a Izq. Concentración de clorofila, Der. Temperatura superficial del mar.

LITERATURA CITADA

Bjorndal, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Paginas 1990232 en: P. L. Lutz y J. A. Musick (Eds.). *The Biology of Sea Turtles Volume 1*. CRC Press. Boca Raton, E. E. U. U.

Bovery, C.M. y J. Wyneken. 2015. Seasonal Variation in Sea Turtle Density and Abundance in the Southeast Florida Current and Surrounding Waters. *PLoS ONE 10 (12): e0145980*. doi: [10.1371/journal.pone.0145980](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145980).

Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham y J.L. Laake. 2012. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Springer, Netherlands. 446 pp.

Cuevas, E. Gónzales-Garza, B.I., A. Segovia-Castillo y J. Sosa-Escalante. 2010. Especies. En biodiversidad y desarrollo en Yucatán. Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Cuevas, E., F.A. Abreu-Grobois, V. Guzmán-Hernández, M.A. Liceaga-Correa y R.P. van Dam. 2010a. Post-nesting migratory movements of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) around the Yucatan Peninsula, Mexico. *Endangered Species Research* doi: [10.3354/esr0012](https://doi.org/10.3354/esr0012).

Cuevas, E., M.A. Liceaga-Correa y M. Garduño-Andrade. 2007. Spatial characterization of a foraging area for immature Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) in Yucatan, Mexico. *Amphibia-Reptilia 28*:337-346.

Eckert, K.L. y F.A. Abreu-Grobois. 2001. *Proceedings of the Regional Meeting: Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region: A Dialogue for Effective Regional Management*. Santo Domingo, 16-18 November 1999. WIDECAS, IUCN- MTSG, WWF and UNEP-CEP. xx + 154 pp.

Eguchi, T., T. Gerrodette, R.L. Pitman, J.A. Seminoff y P.H. Dutton. 2007. At-sea density and abundance estimates of the olive ridley *Lepidochelys olivacea* in the eastern tropical Pacific. *Endangered Species Research* 3:191-203.

Guzmán-Hernández, V., E. Cuevas, J.A. Benítez y P.A. García. 2014. Impacto ambiental sobre los hábitats críticos y poblaciones de tortuga marina en Campeche, México. En: Botello, A.V., J. Rendón von Osten, J. Benítez y G. Gold-Bouchot (Eds.). *Golfo de México. Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. UAC, UNAMICMyL, CINVESTAV-Unidad Mérida. 1210 pp.

- 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 en Ciencias, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México.
- Guzmán-Hernández, H.V., F.A. Abreu-Grobois y D. Owens. 2003. Hawksbill sea turtle foraging grounds abundance in Laguna de Términos, Campeche, México. Poster & report presented to NFWF project # (2001-0013-007) & (2002-0084-009).
- Hart, K.M., A.R. Sartain, I. Fujisaki, H.L. Pratt, Jr, D. Morley y M.W. Feeley. 2012a. Home range, habitat use, and migrations of hawksbill turtles tracked from Dry Tortugas National Park, Florida, USA. *Marine Ecology Progress Series* **457**:193-207.
- Hart, K.M., M.M. Lamont, I. Fujisaki, A.D. Tucker y R.R. Carthy. 2012b. Common coastal foraging areas for loggerheads in the Gulf of Mexico: Opportunities for marine conservation. *Biological Conservation* **145**(1):185-194.
- LGL, Ltd. 2005. Marine mammal monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's Chicxulub Crater Marine Seismic Program, Yucatan Peninsula, January – February 2005. Environmental Research Associates. Ontario, Canada. 2005.
- Liceaga-Correa, M.A. y H. Hernández-Núñez. 2013. Modelo Digital de Elevación, Batimetría, Pendiente y Orientación del Litoral Somero del Estado de Yucatán, México. Escala 1:50,000. En: *Proyecto FOMIX 108960: Caracterización Integral del fondo Marino costero del estado de Yucatán: Estratigrafía, Microrelieve y Comunidades Bentónicas, Vol. I*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Unidad Mérida, Del. P.N. Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, Yucatán, México.
- Mortimer, J. A., P.A. Meylan y M. Donnelly. 2007. Whose turtles are they, anyway? *Molecular Ecology* **16**(1):17-18.
- Plotkin, P. 2003. Adult migration and habitat use. Páginas 225-242 en: P. L. Lutz, J.A. Musick y J. Wyneken (Eds.) *The Biology of Sea Turtles Volume II*. CRC Press. Boca Raton, Florida USA.
- Putman, N.F. y K.L. Mansfield. 2015. Direct evidence of swimming demonstrates active dispersal in the sea turtle "Lost Years". *Current Biology* **25**(9):1221-1227.
- Thomas L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J.L. Laake, S. Strindberg, S.L. Hedley, J.R.B. Bishop, T.A. Marques y K.P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* **47**:5-14.
- Vázquez-Cuevas, M. 2015. Identificación de rutas migratorias, ámbitos hogareños interanidatorios y de alimentación de tortuga blanca (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758) y carey (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) post-anidantes en el sur del Golfo de México. Bachelor's thesis. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Zepeda-Borja, K.M., C.D. Ortega-Ortiz, E. Torres-Orozco y A. Olivos-Ortiz. 2017. Spatial and temporal distribution of sea turtles related to sea surface temperature and chlorophyll-a in Mexican Central Pacific waters. *Revista Biología Marina y Oceanografía* **52**(2):375-385.