

Fecundidad de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata* en Las Coloradas, Yucatán, México

Garduño-Andrade, Mauricio

Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén. INP. Apdo. Postal 73, CP. 97320, Cordemex, Mérida, Yuc. México. mgarduno@inter.cieamer.conacyt.mx

GARDUÑO-ANDRADE, M. 2000. Fecundidad de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata* en Las Coloradas, Yucatán, México. *INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 14.*

Se analiza la fecundidad de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata*. No se encontró variación del promedio del número de huevos por nido a través de los años ($F = 1.3 < F_{.05} = 3.31$). Tampoco una disminución del número de huevos por nido a través de la temporada ($p > 0.025$; una cola). Se realizó una regresión lineal en la que la variable independiente es la talla de la tortuga y la variable dependiente es el número de huevos por nido, la pendiente de la recta $\neq 0$ ($p = 0.0014$) y la correlación es muy baja entre las variables ($r = 0.307$; $r^2 = 9.48\%$). Se probó la hipótesis de que el promedio de la fecundidad (huevos/nido) es diferente entre tortugas a las que sólo se les registró un desove (posibles "neófitas") y las que desovaron tres o más veces (155 huevos/nido contra 167 huevos/nido; $p = 0.0047$). Algunas de estas hipótesis se han planteado en la bibliografía sobre esta especie. En este estudio los resultados en algunos casos no respaldan las hipótesis planteadas por otros autores.

The fecundity of the hawksbill turtle Eretmochelys imbricata is analyzed. It was not found a variation in the mean of eggs by nest in six years ($F=1.3 < F_{.05}=3.31$). Neither there is a decrease in the number of eggs by nest through the season ($p>0.025$; one tail). A linear regression analysis was applied to correlate the turtles size with the number of eggs by nest, a slope $\neq 0$ ($p=0.0014$) was obtained, and a very weak correlation coefficient $r^2 = 9.48\%$ between the variables. Also there is a difference in the mean number of eggs by nest of turtles that made one nest in the season vs. those that made three or more nests in the same season (155 vs. 168 eggs/nest). This hypothesis is found in the literature. The results of this study in some cases do not agree with the hypothesis of other authors.

Introducción

Una de las características vitales que con más frecuencia se conocen al trabajar con las tortugas marinas es la fecundidad, ya que normalmente los programas de conservación tienen como uno de sus principales objetivos la protección de los huevos en corrales, como un medio para aumentar la sobrevivencia, evitando la depredación natural (vg. por zorros o mapaches), la depredación por humanos y las pérdidas provocadas por oleajes y mareas, entre las principales causas de mortalidad.

En la literatura sobre tortugas marinas la fecundidad normalmente se refiere a la cantidad de huevos que produce una hembra en un desove (huevos/nido). También puede ser el número de nidos en una temporada, ya que son organismos capaces de anidar varias veces en el mismo año, o el número de huevos que una tortuga es capaz de poner por temporada.

Es interesante para los programas de conservación conocer el impacto que el trabajo en las playas pueda tener en la recuperación del tamaño de las poblaciones de tortugas de carey, que son consideradas en peligro de extinción.

En este trabajo se analizan varias hipótesis en relación con la fecundidad, a saber:

1) que existen diferencias en la fecundidad de la población entre varias temporadas de desove; o sea, el promedio de huevos por nido de toda la población entre los años estudiados;

- 2) que el número de huevos que ponen las tortugas en cada nido disminuye en las puestas subsecuentes a medida que avanza la temporada de desove (Wood, 1986);
- 3) que las tortugas de mayor talla ponen mayor número de huevos en los nidos; y
- 4) que la fecundidad, expresada en huevos por nido, es diferente entre hembras que desovan sólo una vez en una temporada y otras que desovan varias veces.

Área de estudio

El área de trabajo es la playa de la Reserva Especial de la Biosfera de Río Lagartos, Yucatán, situada entre los poblados de Las Coloradas y El Cuyo, en una extensión de 21.5 km de playa balizada cada 500 m a partir de Las Coloradas hacia el Este (Fig. 1).

Métodos y materiales

Los datos se obtuvieron entre 1990 y 1994. Los recorridos para el muestreo de los nidos se realizaron en motocicletas para arena entre las 20:00 h y las 06:00 h del día siguiente, entre los meses de abril a agosto. Las tortugas se marcaron con grapas de acero con identificación alfanumérica, que se colocaron en las aletas delanteras como se indica en el manual de W.A.T.S. (Pritchard, 1983). El trabajo de esos años consistió en trasladar los huevos de los nidos naturales a los nidos artificiales de un corral de protección. Al encontrar una

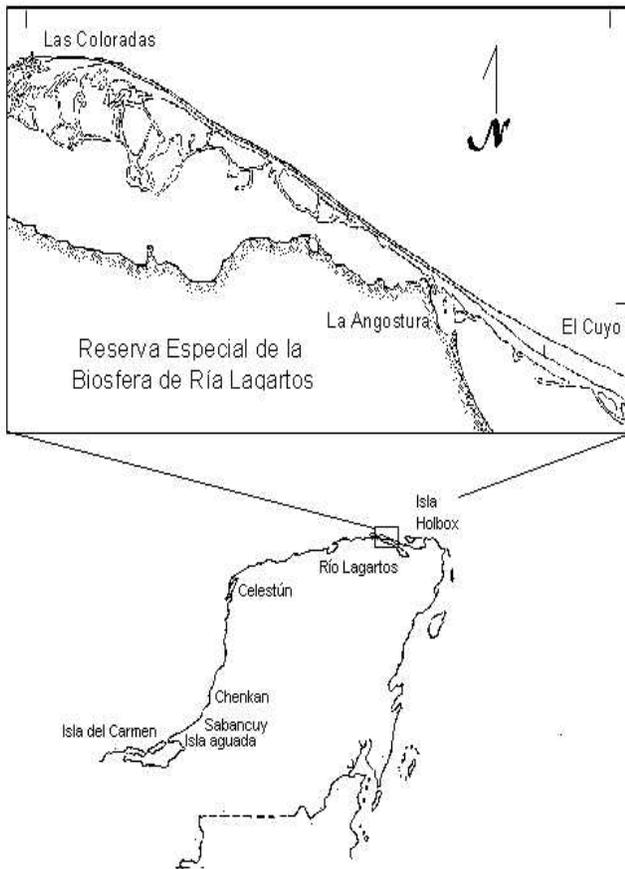


Fig. 1. La península de Yucatán, México, mantiene a las colonias más abundantes de tortuga carey en el mundo. Una zona importante es la Reserva Especial de la Biosfera de Ría Lagartos.

tortuga se le dejó desovar hasta el final y luego se procedió a contar los huevos. Al encontrar sólo el rastro se revisaron las huellas de subida y de bajada para localizar el lugar de anidación, con la ayuda de una estaca se picaba la arena y cuando se hundía con facilidad se escarbaba hasta encontrar los huevos y extraerlos, contarlos, introducirlos en una bolsa o caja y transportarlos al corral de protección en Las Coloradas. Esta cuenta de los huevos es la única que se usó en los diferentes cálculos de este estudio, en el cual se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas para las diferentes hipótesis:

1. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía, para comprobar si los promedios de los diferentes años presentaban diferencias.
2. "Prueba no paramétrica de rangos señalados y pares iguales", de Wilcoxon (Siegel, 1986). La prueba consiste en restar el número de huevos de un nido del número de huevos del nido anterior, de la misma tortuga durante la misma temporada. El resultado puede ser negativo o positivo, y sin importar el signo se acomodan los valores de todas las diferencias de la misma temporada del menor al mayor, asignándole a cada uno un "rango": 1, 2, 3, etc. Posteriormente, a cada uno se le añade el signo de las diferencias; la suma de los negativos y positivos debe dar cero para no rechazar la hipótesis nula (H_0) según la cual el número de huevos en un nido no es menor en el nido subsecuente. Para que la prueba valide esto los signos deben ser tanto negativos como positivos (hay

más y menos huevos en los nidos subsecuentes) y los "rangos" se distribuyen al azar. Si todas o la mayor parte de las diferencias resultan negativas (siempre o la mayoría de las veces hay menos huevos en el nido subsecuente: prueba de una cola), entonces se acercan a la zona de rechazo de la hipótesis nula. La hipótesis alternativa (H_a) establece que la mayor parte de las diferencias es negativa, o sea, que disminuye el número de huevos en los nidos subsecuentes durante la temporada.

3. Regresión lineal simple, para comprobar la relación entre la talla de las tortugas y el número de huevos que ponen en los nidos.
4. Prueba de t de *student* para comparar las medias de las tortugas de una puesta contra las que desovaron varias veces.

Resultados

En la *tabla 1* se presenta la fecundidad media obtenida del número de huevos por nido. El ANOVA mostró una $F = 1.31 < F_{.05} = 3.3$, lo que no sugiere que haya diferencia entre los promedios de los diferentes años.

Tabla 1. Fecundidad de la tortuga de carey en Las Coloradas, Yucatán, en varios años.

| Año | N | Promedio de Huevos/nido | DS | Máx | Mín |
|------|-----|-------------------------|------|-----|-----|
| 1990 | 189 | 154 | 24.9 | 215 | 59 |
| 1991 | 156 | 158 | 26.3 | 219 | 74 |
| 1992 | 119 | 161 | 23.7 | 213 | 83 |
| 1993 | 153 | 158 | 27.8 | 230 | 94 |
| 1994 | 161 | 156 | 28.2 | 228 | 47 |

Para la segunda hipótesis se tomaron entre 23 y 25 diferencias de cada uno de los años 1991, 1992 y 1993. En los tres años la probabilidad $p > 0.025$ (una cola), por lo que no hay evidencias para rechazar la H_0 . Los datos no respaldan la hipótesis de que hay una disminución en el número de huevos que ponen en el primer nido registrado de la muestra de las tortugas que presentaron varios desoves durante la misma temporada.

Se calculó una regresión lineal, en la que la variable independiente es el largo estándar curvo del caparazón y la variable dependiente es el número de huevos en un nido. Se usaron 104 pares de datos de los años 1991 a 1994. De la salida se desprende que la ecuación de la recta es $Y = 1.9x - 24.3$, que se ajusta a un modelo lineal de regresión ($p = 0.1386$).

Se encuentra una $t = 3.28$ ($p = 0.0014$), lo que prueba que la pendiente de la ecuación de la recta $= 1.9 \neq 0$. Esto indica que las tortugas de mayor talla pondrán mayor cantidad de huevos en un nido. Sin embargo, el coeficiente de correlación $r = 0.307$ es bajo e indica que apenas un 9.5% (r^2) de la variación es explicada por la regresión.

En la *tabla 2* se presenta la fecundidad absoluta expresada en total de huevos en 3, 4 o 5 nidos por temporada y el promedio de huevos por nido de hembras que se observaron directamente en tres desoves o más. Se determinó el promedio de 155.4 huevos/nido de 55 tortugas a las que se les vio desovar en una sola ocasión (datos de 1993 y 1994) y que no tenían marcas o cicatrices de marcas de años anteriores,

por lo que se les clasificó como "neófitas". En un segundo grupo, donde se incluyen 79 datos que pertenecen a tortugas que desovaron tres o más veces, con un promedio de 166.7 huevos/nido, se calculó una $t = 2.87$ ($p = 0.0047$), lo cual es evidencia suficiente para rechazar la H_0 (las medias son iguales). Por tanto, se concluye que estos dos grupos de tortugas presentan una fecundidad diferente.

Tabla 2. Fecundidad de las tortugas de carey que desovaron tres veces o más en Las Coloradas, Yucatán

| Año | Marcas | Marcas | No. De desoves | Total de huevos | Media ± Desv. Est. |
|-------|--------|--------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1991 | K0935 | K0936 | 3 | 452 | 151±3.0 |
| | M3423 | K0978 | 3 | 491 | 164±27.6 |
| | K0982 | K0983 | 3 | 465 | 155±15.6 |
| | K0921 | K0922 | 3 | 533 | 177±9.2 |
| | M3612 | M3614 | 3 | 527 | 175±27.4 |
| | K0937 | K0938 | 3 | 454 | 151±45.0 |
| | K0987 | K0988 | 3 | 534 | 178±17.0 |
| | E3806 | K0916 | 4 | 652 | 156±21.6 |
| | 1992 | Q3181 | _____ | 3 | 437 |
| J2407 | | Q3184 | 4 | 628 | 157±12 |
| Q3192 | | _____ | 3 | 479 | 151±13 |
| J2411 | | _____ | 3 | 482 | 160±25.3 |
| Q3127 | | J2436 | 3 | 416 | 154±9.6 |
| K0360 | | K0361 | 3 | 486 | 162±2.8 |
| K0360 | | K0361 | 4* | 630 | _____ |
| Q3186 | | _____ | 3 | 486 | 162±6.9 |
| Q3186 | | _____ | 4* | 648 | _____ |
| 1993 | | J2103 | J2720 | 3 | 578 |
| | J2477 | _____ | 3 | 594 | 198±13.9 |
| | J2701 | J2743 | 3 | 493 | 164±14.3 |
| | Q5007 | _____ | 3 | 444 | 148±9.9 |
| | Q5007 | _____ | 4* | 592 | _____ |
| | J2728 | K0997 | 3 | 562 | 187±17.2 |
| | J2484 | _____ | 4 | 698 | 175±20.9 |
| | J2494 | _____ | 4 | 584 | 146±11.0 |
| | J2494 | _____ | 5* | 730 | _____ |
| | 1994 | J2427 | J2765 | 3 | 520 |
| J2773 | | J2775 | 3 | 650 | 217±12 |
| J2871 | | _____ | 3 | 496 | 165±25 |
| J2875 | | J4109 | 3 | 560 | 187±22 |
| J4104 | | Q3191 | 3 | 460 | 153±10 |

*Tortugas que se vieron 4 o 5 veces, en las cuales uno de los nidos se dejó *in situ*, no se registró el número de huevos y se calculó la media

Discusión

La fecundidad de la tortuga de carey (número de huevos por nido: huevos/nido) que se encontró durante los años de estudio en Las Coloradas no presenta mayores variaciones, lo cual contrasta con la variabilidad que presenta en otros sitios de la península de Yucatán y del Atlántico occidental. La fecundidad encontrada en Las Coloradas es mayor que en el estado de Campeche, donde los datos que se reportan de varios campamentos en 1994 van de 104.5 a 150, con un promedio entre todos los campamentos del estado de 135.7 (Guzmán *et al.*, 1995). Así, en Isla Aguada se presenta una fecundidad de 133.5, que es comparable con la informada por Garduño (1983) de 128 huevos en 1981 y 122 en 1982; los datos de Seybaplaya son de 150 huevos/nido en 1994 y 118 huevos/nido en 1995, y en Chen Can 107 huevos/nido en 1994 contra 149 huevos/nido en 1995. Como se puede ver, hay variaciones altas entre los campamentos y entre los años (Guzmán *et al.*, 1995; Guzmán y Castro¹).

En el estado de Yucatán, el dato que se registró en Celestún en 1995 es de 137.6, mientras que los encontrados en las playas de El Cuyo: de 158 huevos/nido en 1991 (Rodríguez y Zambrano²) y 149 huevos/nido en 1995 (Campos y otros³) son similares a los de Las Coloradas; por tanto, se puede decir que estos datos pertenecen al mismo grupo de tortugas que desovan en la Reserva de Río Lagartos. Igualmente, los de la isla de Holbox: 152 huevos/nido, según Durán⁴. Una diferencia de aproximadamente 20 huevos por nido entre las tortugas de carey que anidan en el nordeste de la península (Río Lagartos y Holbox) y las de la parte occidental de la península (Isla Aguada y Celestún) podría indicar alguna diferencia en aspectos como alimentación, talla (edad) de las tortugas, tiempo en el que se reclutaron al área de anidación u otro factor que pueda afectar la fecundidad. Tampoco se puede soslayar que estas variaciones puedan tener su fuente en el desempeño de las personas que se encargan de contar los huevos.

En cuanto al resto de la zona del Atlántico, en Mona Island, Puerto Rico, se encontró un promedio de 149 (van Dam y Satri⁵) y en Antigua entre 147 y 157 durante seis años (Holey y Richardson, 1993), resultados similares a los aquí reportados para Las Coloradas, mientras que en Barbados son más bajos (133.5, según Horrocks y Scott, 1991) más acorde a la de Campeche y Celestún.

Wood (1986) encontró que el tamaño y peso de los nidos disminuyen significativamente en las últimas puestas de las tortugas. El análisis aquí presentado no soportó esta hipótesis, pues se encontró

¹ Guzmán, V. y L. Castro. Avance del conocimiento en la investigación de las tortugas marinas de Campeche, hasta 1995. Diagnóstico por especie. 1995. Manuscrito. 8 pp.

² Rodríguez, E. y R. Zambrano. Caracterización de la temporada de anidación de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en las playas de El Cuyo, Yucatán. Temporada 1991. Pronatura Península de Yucatán, A. C. Reporte interno 1991.

³ Campos, E.; E. Morales y J. Callejas. Estudio y conservación de tortugas marinas en las playas de El Cuyo, Yucatán, temporada 1995. Pronatura Península de Yucatán. Informe Final. 1995. 28 pp. con seis anexos.

⁴ Durán, J.J. Factores que afectan la anidación de tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*) en la R.E.B. Ría Celestún, temporada 1991. Reporte Técnico 1991. SEDUE, Yucatán.

⁵ Van Dam, R. y L. Sarti. The hawksbill of Mona Island, Puerto Rico. Report for 1990. Manuscrito. 16 pp.

que los nidos de una tortuga a través de la temporada pueden tener más o menos huevos.

Brooke y Garnett (1983) mencionan que las tortugas más jóvenes tienen una fecundidad menor que las de mayor edad, que se refleja tanto en el número de nidos que ponen por temporada como en el promedio de huevos por nido, lo cual coincide con lo encontrado por C. J. Limpus⁶ (com. pers.) en el sentido de que las hembras recién llegadas a su madurez sexual tardan varias temporadas para alcanzar la capacidad reproductora de las que ya tienen tiempo anidando. Los resultados coinciden también con Brooke y Garnett (*ibidem*) en cuanto a que hay una diferencia en el promedio de huevos por nido entre dos tipos de tortugas: las que no presentan signos de haber sido marcadas (con un solo nido registrado) y las que ya presentan de 3 a 5 nidos por temporada. En este último caso se escogieron los 55 datos de 1993 y 1994, de tortugas de un solo desove, no necesariamente neófitas, pero se pueden tomar como una muestra al azar de la población. La conclusión es que las tortugas con varios desoves ponen mayor cantidad de huevos por nido.

Al igual que en este caso, Bjorndal *et al.* (1985) encontraron que la correlación de la talla de las tortugas con la cantidad de huevos por nido es muy baja, aunque mencionan otros estudios similares en los que se encontró mayor correlación en otras latitudes, como en Australia y en las Islas Seychelles (Océano Indico), pero la talla parece poco indicativa del tamaño de los nidos.

Al parecer, el tamaño de los huevos, que se puede traducir en la cantidad de yema, que a su vez permita a las crías mayores reservas de alimento y que esto signifique mayor sobrevivencia, son aspectos de la fecundidad que no se han abordado y que pueden ser trascendentes en la reproducción, además del número de huevos en los nidos.

Referencias bibliográficas

- BJORNDAL, K. A.; A. Carr; A. Meylan and J. A. Mortimer. 1985. Reproductive biology of the hawksbill *Eretmochelys imbricata* at Tortuguero, Costa Rica, with notes on the ecology of the species in the Caribbean. *Biological Conservation*. Vol. 34:353-368.
- BROOKE, M de L. and M. C. Garnett. 1983. Survival and reproductive performance of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* L. on Cousin Island, Seychelles. *Biol. Conserv.* Vol. 25(2):161-170.
- BUITRAGO, J. B. 1987. Observaciones sobre la anidación de tortugas marinas en Los Roques (Venezuela) y evaluación de medidas para su protección. *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*. Vol. 17. 137-153.
- GARDUÑO, M. 1983. Algunos aspectos de la protección de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) en las costas de Campeche, Méx. *Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Baja California; Ensenada*. (iii)+36pp. 10 figuras.
- GUZMÁN, V.; J. C. Rejón; R. Gómez y J. Silva. 1995. Informe final del programa de investigación y protección de las tortugas marinas del estado de Campeche, México. Temporada 1994. Situación actual. *Boletín Técnico No. 1. de 1995. Centro Regional de Investigación Pesquera de Cd. del Carmen, Campeche. Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP*. 32 pp.
- HEMPEL, G. 1979. Early life history of marine fish. The egg stage. *University of Washington Press Seattle and London*. 70 pp.
- HOLEY M. and J. I. Richardson. 1993. The Jumby Bay Hawksbill Project. Survivorship, mortality, recruitment, reproductive biology and behavior of adult female hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) Nesting at Pasteur Bay, Long Island, Antigua, W.I. 1987-1992. Prepared by: The *Georgia Sea Turtles Cooperative Institute of Ecology University of Georgia*. 73 pp.
- HORROCKS, J. A. and N. M. Scott. 1991. Nest site locations and nest success of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West Indies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 69:1-8.
- PRITCHARD, P. C.; P. R. Bacon; F. H. Berry; J. Fletmayer; A. C. Carr; R. M. Gallagher; R. R. Lankford; R. Márquez; L. H. Ogren; W. Pringle; H. M. Reichard y R. Whitam. 1983. Sea turtles manual of research and conservation techniques. *WATS, STAO*. 86 pp.
- SIGEL S. 1986. Estadística no paramétrica aplicada a la ciencia de la conducta. *Ed. Trillas. México*. 344 pp.
- WOOD, V. E. 1986. Breeding success of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* at Cousin Island, Seychelles, and the implication for their conservation. *Biol. Conserv.* 37 (4):321-332.

⁶ Limpus, Colin J. Queensland Parks and Wildlife Service. P.O. Box 155, Brisbane Albert Street, Queensland 4002 Australia.