

Bol. Centro Invest. Biol. 34(3) 305 - 313

**PROPORCIÓN SEXUAL EN CRÍAS
DE LA TORTUGA MARINA *Lepidochelys olivacea*,
PRODUCIDA EN CORRAL DE INCUBACIÓN
EN LA PLAYA DE ANIDACIÓN LA GLORIA,
JALISCO, MÉXICO**

Carmen Valadez González, Francisco de Asís Silva Bátiz
y Salvador Hernández Vázquez

Centro de Ecología Costera. Centro Universitario de la Costa Sur,
Universidad de Guadalajara, Gómez Farías No. 82, San Patricio-Melaque,
Cihuatlán, Jalisco. C.P. 48980. México. Telf: (335) 5-63-30 Fax: (335) 5-63-31
E-mail: cvaladez@coстера.melaque.udg.mx.

Resumen. Entre Agosto y Diciembre de 1993 se analizaron un total de 32 nidos de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en la playa de anidación "La Gloria", Jalisco, México. Se determinó el sexo de 320 crías: 230 hembras y 90 machos, con una proporción de 7:3 sesgada hacia hembras. La proporción de sexos de las crías de la tortuga golfina varió a lo largo de la temporada de anidación; los nidos sembrados de Agosto a principios de Octubre desarrollaron un 100% de hembras, con una temperatura que varió de 31,7 a 34°C, mientras que a finales de Octubre la proporción fue de 1:1, con una temperatura de 31°C. De Noviembre a Diciembre la proporción sexual fue 100% machos, con temperaturas menores de 30°C. *Recibido:* 09 Junio 2000, *aceptado:* 08 Noviembre 2000.

Palabras clave: incubación, Jalisco, *Lepidochelys olivacea*, México, proporción sexual, temperatura, tortuga marina.

SEX RATIO OF MARINE TURTLE (*Lepidochelys olivacea*) HATCHLINGS IN INCUBATION CORRALS AT LA GLORIA NESTING BEACH, JALISCO, MÉXICO

Abstract. From August to December 1993, an overall of 32 nests were sampled and 320 hatchlings of the turtle marine *Lepidochelys olivacea* were sexed; 230 females and 90 males, at the beach nesting "La Gloria", Jalisco, México, with a sex ratio of 7:3 skewed to female. The sex ratio of analyzed organisms changed throughout of nesting season; the nests incubated since August month until at beginning of October were of 100% female, with daily maximum and minimum sand temperatures in the upper thirties (30°C), while at last of October the ratio were of 1:1 (female:male), with temperatures gradually decreased until in the end of this period reaching 31°C. The November and December yielding 100% male, the daily maximum sand temperature was less than to 30°C. *Received:* 10 July 2000, *accepted:* 08 November 2000.

Key words: incubation, Jalisco, *Lepidochelys olivacea*, México, sex ratio, temperature, turtle marine.

INTRODUCCIÓN

En México durante varias décadas las tortugas marinas han representado un recurso interesante explotado de tal forma que sus poblaciones silvestres han sufrido grandes alteraciones, al grado de que las siete especies de tortugas marinas que anidan en las playas de México están clasificadas en peligro de extinción por organismos nacionales e internacionales (UICN 1994).

En México, una de las técnicas implementadas para la protección de la tortuga marina es el traslado de sus huevos y resiembra desde el sitio natural (donde la tortuga deposita sus huevos) a corrales de incubación (Silva Bátiz 1986). Considerando que en las tortugas marinas se presenta la diferenciación sexual que depende de la temperatura (DST) de incubación, es probable que este traslado pueda alterar la proporción sexual de las crías producidas en corrales de incubación (Morreale *et al.* 1982). En *Lepidochelys olivacea* el pe-

riodo sensitivo a la temperatura (PST) comienza antes del estadio 15 y termina entre los estadios 21 y 22 (Mohanty Hejmadi y Dimond 1986, Reyes *et al.* 1988), aunque los ovarios en los embriones a 32°C aparentemente comienzan a diferenciarse en el estadio 24 (Merchant Larios *et al.* 1989). En este estudio nosotros determinamos la proporción de sexos en crías de *L. olivacea* con respecto a las variaciones en la temperatura registrada en el corral de incubación en La Gloria, Jalisco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la playa de anidación La Gloria, ubicada en la Zona de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas "Playón de Mismaloya", Tomatlán, Jalisco, México (19° 50'-19° 59' N y 105° 22'-105° 29' O) (Fig. 1). En la zona más próxima a la playa se encuentra vegetación rastrera, predominando *Ipomea pescaprae* y *Jouvea pilosa*, vegetación característica de las playas arenosas (Hernández Vázquez y Valadez González 1998).

Los huevos de *L. olivacea* se colectaron de los nidos naturales y se trasladaron al corral de incubación, donde se sembraron en la arena a una profundidad de 40 a 45 cm (imitando sus condiciones natu-

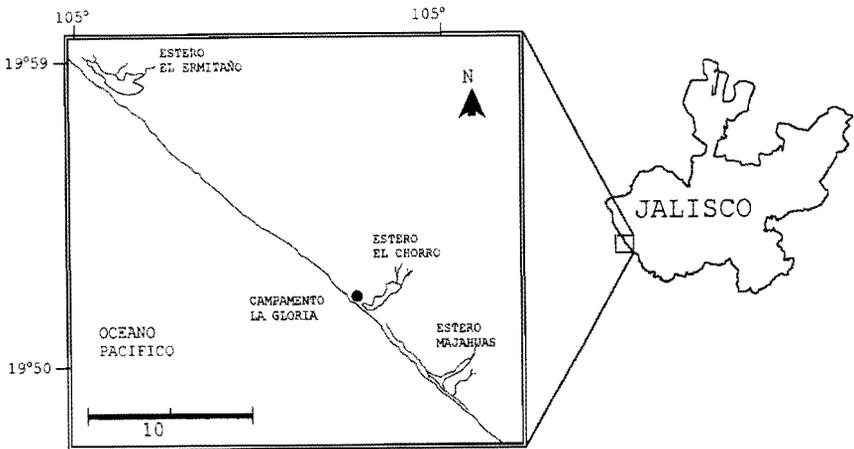


FIGURA 1. Localización geográfica del área de estudio.

rales). Para determinar la proporción sexual de las crías incubadas en el corral, se seleccionaron de manera aleatoria dos nidos eclosionados semanalmente, de cada nido se sacrificaron diez crías a las cuales se les extrajo las gónadas y mediante las descripciones morfológicas de gónadas descritas por Van Der Heiden *et al.* (1985) se determinó el sexo de cada cría.

Para el registro de la temperatura de la arena, se colocaron dentro del corral de incubación y a la misma profundidad de los huevos tres pares de sensores térmicos; el primer par (S_1 y S_2) se colocó en la parte más próxima al mar, el segundo par (S_3 y S_4) en la parte central del corral y el tercer par (S_5 y S_6) se colocó en la parte más próxima a la vegetación. Las temperaturas se registraron cada 12 h, mediante un termosensor digital, a la hora de máxima temperatura (02000 h) y a la hora de mínima temperatura (14000 h). La determinación de la temperatura máxima y la mínima se realizó previamente mediante un muestreo piloto, en el cual se registraron las temperaturas cada dos horas durante 24 h.

Las diferencias de temperaturas entre los sensores de un mismo par (S_1 vs. S_2 , S_3 vs. S_4 , S_5 vs. S_6) y entre pares (S_1 S_2 vs. S_3 S_4 vs. S_5 S_6) se determinaron mediante la prueba "t" de Student apareada. Se determinó la relación existente entre el porcentaje de sexos y el tiempo de incubación mediante un análisis de regresión lineal simple y un coeficiente de correlación (Zar 1996).

RESULTADOS

Debido a que no hubo diferencias estadísticas entre los sensores pares ($P > 0,05$) ni a lo ancho de la playa ($P > 0,05$) se obtuvo el promedio de las temperaturas máximas y las mínimas entre los seis sensores a lo largo de la temporada de anidación. El comportamiento general de las temperatura de la arena observada en el corral de incubación indica una valor máximo de $34 \pm 0,36^\circ\text{C}$ ($\bar{X} \pm \text{EE}$) al inicio de la temporada de anidación (Agosto) y uno mínimo de $27 \pm 0,10^\circ\text{C}$ al finalizar la temporada de reproducción (Diciembre). Lo anterior indica la existencia de un período cálido y otro frío al final de la tempora-

da de anidación. Un plano de separación de estos dos períodos estuvo dado por los 30°C aproximadamente (Fig. 2).

Durante el período de estudio (Agosto-Diciembre) se determinó el sexo de 320 crías provenientes de 32 nidos transplantados en un corral de incubación. Del total de las crías, 230 era hembras y 90 eran machos. La proporción sexual de los nidos analizados varió a lo largo de la temporada de anidación. Los nidos sembrados de Agosto a Septiembre desarrollaron un 100% de hembras, registrando una temperatura que varió de 32 a 34°C. Durante el mes de Octubre hubo una proporción similar de machos y hembras, con temperaturas entre los 30,5°C. De Noviembre a Diciembre la proporción sexual fue 100% machos, con temperaturas entre 28°C y 29°C (Fig. 2).

La duración del periodo de incubación de los nidos analizados varió entre los 44 y 65 días. En el análisis de regresión y correlación

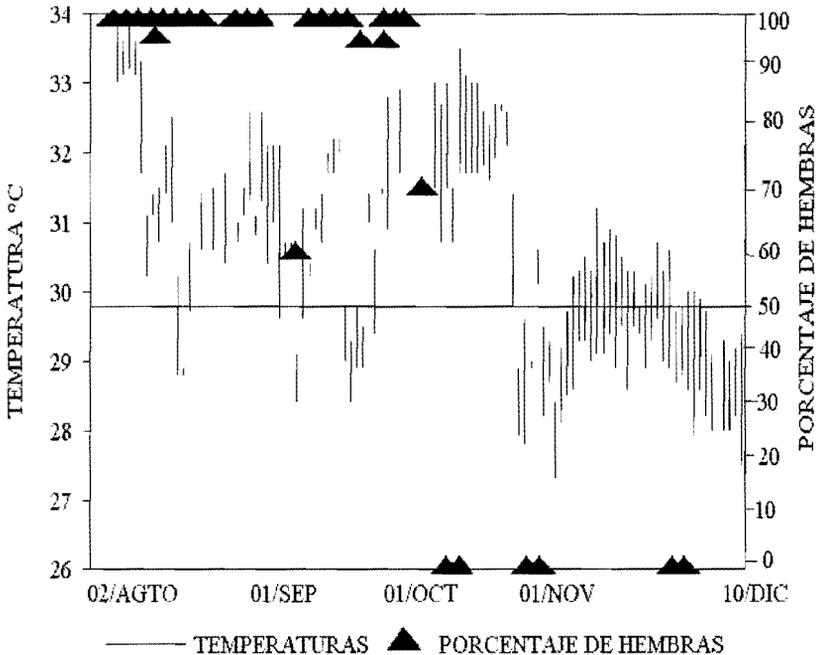


FIGURA 2. Proporción sexual en crías de *Lepidochelys olivacea* con respecto al comportamiento global de las temperaturas de la arena registradas en el corral de incubación.

entre el porcentaje de sexos y los días de incubación se obtuvo una $r = -0,93$, considerándose como un coeficiente de correlación alto. Se observó que en períodos de incubación menores de 50 días hay un mayor porcentaje de hembras, mientras que en períodos de incubación mayores de 50 días se producen más machos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo corresponden a cinco de ocho meses que dura la temporada de anidación de la tortuga golfina (Mayo a Diciembre), los primeros meses se consideran al igual que Agosto y Septiembre los meses de más intenso calor, por lo que es más probable que los huevos puestos durante dichos meses se diferencien hacia hembras.

La variación estacional en la proporción sexual de crías de *L. olivacea*, observada a lo largo del periodo de estudio, coincide con lo reportado por otros autores (Trejo Robles 1993, Horiskoshi Kasuo 1992, Mrosovsky y Provancha 1992). Estos autores mencionan que el manejo de nidos o su siembra en un sitio especial de la playa no influye en la producción de sexos que se presentan a lo largo de la temporada de anidación, como efecto de los cambios en la temperatura de la arena. Así la proporción de sexos producidos a lo largo de toda una temporada de anidación, se puede estimar considerando las proporción sexual, las frecuencias mensuales de anidación y el porcentaje de eclosión en ese período (Mrosovsky 1982, Standora y Spotila 1985).

La duración del período de incubación de los nidos analizados fue más corta para hembras en comparación con los machos. El efecto que tiene la temperatura sobre la velocidad del desarrollo embrionario se ha descrito y modelado matemáticamente (Miller y Limpus 1981, Mrosovsky 1982, Standora y Spotila 1985, Silva Batiz 1986). Sin embargo, la predicción de la proporción sexual de un nido por medio del tiempo de incubación presenta limitaciones porque la duración de la incubación esta determinada por la temperatura global a través del desarrollo, mientras que el sexo esta determinado por la

temperatura experimentada durante el período embrionario sensible, dentro del segundo tercio del desarrollo, el cual puede ser de pocos días o inclusive de horas o pulsos de bajas temperaturas pueden inducir a la masculinización (Morreale *et al.* 1982, Standora y Spotila 1985).

Algunos autores como Bull *et al.* (1982), Morreale *et al.* (1982), Standora y Spotila (1985) han propuesto algunas hipótesis para explicar los mecanismos de regulación de la proporción sexual de las poblaciones de tortugas. Ellos sugieren que la proporción sexual de la población no sólo se ve afectada por un componente espacial, el cual actúa a escala geográfica local, de ubicación y profundidad del nido y dentro del nido, sino también por un componente temporal, que actúa a escala de siglos, de año en año, temporada de anidación, período de incubación y diariamente.

Se ha demostrado que la lluvia tiene gran influencia en las temperaturas de la arena a 40 cm de profundidad. En el presente estudio se observó que después, y durante las intensas lluvias la temperatura disminuyó considerablemente. Las lluvias presentadas al principio de la temporada de anidación provocaron descenso en la temperatura de la arena, la cual retornó a sus valores presentados antes de las precipitaciones. Pero no así en las lluvias presentadas al final de la temporada de anidación cuyas temperaturas no regresaron a sus niveles anteriores. El registro de las lluvias durante la temporada de anidación ocasionaron una disminución de las temperaturas de la arena, provocando pulsos fríos de varios días, lo cual se ha comprobado que influye en la masculinización de los embriones de tortuga marina (Morreale *et al.* 1982, Standora y Spotila 1985).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Ecología Costera por su apoyo logístico. A Julia Rodríguez, Rosa Estela Carretero y Carmen Navarro por su apoyo en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- BULL, J. J., R. C. VOGT y C. J. McCOY. 1982. Sex determining temperatures in turtles: a geographic comparison. *Evolution*. 36(2): 333-341.
- HERNÁNDEZ VÁZQUEZ, S. y C. VALADEZ GONZÁLEZ. 1998. Observaciones de los epizoarios encontrados sobre la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en la Gloria, Jalisco, México. *Ciencias Marinas* 24(1):119-125.
- HORISKOSHI KASUO. 1992. Sex ratios of green turtle hatchlings in Tortuguero, Costa Rica. In Proceedings of the Eleventh Annual Workshop of Sea Turtle Biology and Conservation, Jekyll Island, 26 February-2 March. 1991. Compiled by M. Salmon and J. Wyneken N.O.A.A. Tech. Mem. No. NMFS- SEFSC-302 pp.
- MERCHANT LARIOS, H., I. V. FIERRO y B. C. URRUIZA. 1989. Gonadal morphogenesis under controlled temperature in the sea turtle *Lepidochelys olivacea*. Dpto. de Fisiología. Instituto de Inv. Biomédicas. UNAM, México. 3: 43-61.
- MILLER, J. D. and C. J. LIMPUS. 1981. Incubation period and sexual differentiation in the green turtle *Chelonia mydas* L. Proc. Melbourne Herp. Symp. 66-73 pp.
- MOHANTY HEJMADI, P. y M. T. DIMOND. 1986. Temperature dependent sex determination in the live ridley turtle. In H.C. Slavkin (ed), Progress in Developmental Biology, Part A, Alan R. Liss, New York. 159-162 pp.
- MORREALE, S. J., G. J. RUIZ, J. R. SPOTILA y E. A. STANDORA. 1982. Temperature-dependent Sex. Determination: Current Practices Threaten. Conservation of sea turtles. *Science* 216: 1245-1247.
- MROSOVSKY, N. y J. PROVANCHA, J. 1992. Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5 year study, *Can. J. Zool.* 70: 530-538.
- MROSOVSKY, N. 1982. Sex ratio bias in hatchling sea turtles from artificially incubated eggs. *Biol. Conserv.* 23: 309-314
- REYES, H. M. A., O. P. H. ARENAS, C. E. AGUILAR y D. E. R. CORTEZ. 1988. Período sensible a la temperatura para la determinación del sexo en la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea* Eschscholtz, 1829). Centro

Interdisciplinario e Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca 8: 1-21.

- SILVA BÁTIZ, F. 1986. Temperatura pivote para la diferenciación sexual en la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y sus implicaciones en las prácticas de conservación. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. 49 pp.
- STANDORA, E. A. y GENTLEMEN, R. SPOTILA. 1985. Temperature dependent sex determination in sea turtles. *Copeia* 3: 711-722
- TREJO ROBLES, A. 1993. Proporción sexual y mortalidad embrionaria en nidos naturales de *Lepidochelys olivacea* en la playa de anidación "La Gloria", Jalisco, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. 88 pp.
- UICN. 1994. Red List of Threatened Animals. UICN, Gland Switerland and Cambridge, U.K. 228 pp.
- VAN DER HEIDEN, A. M., R. BRISEÑO DUEÑAS y D. RÍOS OLMEDA. 1985. Simplified metod for determing sex in hatchling sea turtles. *Copeia* 3:779-782.
- ZAR, J. H. 1996. Bioestastical Analysis. Third. Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 662 pp.