

# Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos *in situ* y en corral de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México

Mauricio Garduño Andrade y Emilio Cervantes Hernández

Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén. INP. Apdo. Postal #73. 97230 Progreso, Yuc.

GARDUÑO-ANDRADE, M. y E. Cervantes H. 1996. Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos *in situ* y en corral de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 12.*

Se analizaron las diferencias entre dos tipos de manejo de nidos (en corral e *in situ*) de tortuga carey durante la temporada de anidación de 1993 y su relación con el porcentaje de avivamiento (sobrevivencia). Se compararon las condiciones de temperatura y humedad en los nidos y entre los tipos de manejo, así como la posible influencia de la temperatura en la proporción sexual. Se observó mayor porcentaje de avivamiento en los nidos *in situ*, la mayor mortalidad en ambos tratamientos la representaron los huevos sin desarrollo de color de rosa. En cuanto a la proporción sexual, se observó que la temperaturas durante los 2/3 del periodo de desarrollo embrionario está sobre la temperatura pivote (de la literatura), por lo que se infiere puede predominar la producción de hembras. Lluvias abundantes y copiosas produjeron descenso de la temperatura hasta de 2.5 °C en los nidos. Las diferencias de temperatura y humedad entre ambos tipos de manejo no fueron estadísticamente significativas y, por tanto, no fue posible determinar su influencia en el porcentaje de avivamiento de las crías.

This is the analysis of the differences between two types of management of hawksbill turtle nests: natural nests (*in situ*) and hatchery protected nests, as well as its relationship with the hatching success in 1993 season. It was compared the temperature, the humidity and the hatching success of the two type of management, and the influence of the temperature on the sex rate. Better hatching success was found in *in situ* than in hatchery nests, and the difference was caused by undeveloped pink eggs. The temperature on the nests was over the *pivot* temperature in two thirds of the development time, which could produce more females than males. A copious rain fall moved down the nests temperature 3 °C. It was not detected difference in temperature and humidity between the two managements types, so it is not possible to establish a clear relationship between hatching success and the type of nest management.

## Introducción

Una de las preocupaciones actuales de la humanidad es la conservación de la biodiversidad y del ambiente en general, porque de ello depende en gran medida el bienestar del género humano. Por eso se han multiplicado los programas de protección a especies amenazadas o en peligro de extinción, unas de las más populares son las tortugas marinas, sobre todo en México, donde cada año se organizan decenas de campamentos de protección en casi todas las costas del país. El objetivo principal de estos campamentos es proteger los huevos, las crías y las hembras que salen a desovar a la playa. Para proteger los huevos se han utilizado diversas técnicas, como: vigilar y cuidar los nidos *in situ*, o trasladarlos dentro de la misma playa a lugares más seguros, o concentrarlos en corrales de protección, o protegerlos en cajas de poliuretano.

Algunos factores ambientales que influyen en el desarrollo de los embriones son la humedad, la temperatura, la salinidad

y el tamaño de grano de la arena; la temperatura y la humedad son los factores que más influyen en la sobrevivencia, ya que los huevos dependen de la absorción de agua y de cierta temperatura en su microambiente de incubación para un desarrollo embrionario adecuado (Galicía, 1989; McGehee 1979; Naranjo, 1989).

El contenido de agua en el medio tiene influencia en el intercambio de este líquido entre el sustrato y el huevo (Tracy *et al.*, 1978, y Parckard y Packard, 1980, ambos citados por Bautista, 1992). Un nivel excesivo la disminuye, y en caso de inundación se llega a perder todo el nido. Por el contrario, la poca humedad causa resequead y ésta tiene efectos negativos en la sobrevivencia, ya que los huevos se deshidratan, secan y colapsan (Ragotzkie, 1959; McGehee, 1979; Bustard 1972, citado por Kraemer y Bell, 1980).

En cuanto a temperatura, se sabe que las más adecuadas para la incubación de huevos de tortugas marinas están entre los 27 °C y 32 °C (Bustard, 1971, citado por Naranjo, 1989).

Una temperatura mayor o menor a éstas no necesariamente inhibe el desarrollo embrionario, pero sí puede disminuir significativamente la eclosión (McGehee, 1979; Naranjo, 1989). De igual manera, a bajas temperaturas aumenta el período de incubación y a temperaturas mayores disminuye (Asís, 1986; Mrosovsky, 1988). Uno de los aspectos más importantes respecto de la temperatura es su relación directa con la diferenciación sexual de los embriones en el segundo tercio de su desarrollo (Pieau, 1971; Yntema y Mrosovsky, 1979; Mrosovsky e Yntema, 1980; Bull y Vogt, 1981; Mrosovsky, 1988; Mrosovsky y Pieau, 1991). En la mayoría de las tortugas existe lo que se llama temperatura umbral o pivote, a la cual se producen 50% de hembras y 50% de machos, y que puede ser una sola o dos (Yntema, 1976; Brooks y Nancekivell, 1984; Limpus *et al.*, 1985). En algunas especies de quelonios, las temperaturas por debajo de 28 °C producen sólo machos y por arriba de 30 °C se producen sólo hembras (Yntema y Mrosovsky, 1982; Miller y Limpus, 1981). En particular, Mrosovsky *et al.* (1992) encontró la temperatura pivote en la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en la Isla de Antigua a 29.2 °C.

En este trabajo se estudian las posibles consecuencias de dos tipos de tratamientos o manejo de los nidos de la tortuga de carey y la influencia de la temperatura y la humedad sobre la sobrevivencia y la proporción de sexos.

## Área de estudio

La zona de estudio se encuentra situada en la Reserva Especial de la Biosfera de Río Lagartos (REBRL), en Yucatán, que comprende 70 km de playa oceánica con un ancho promedio de 20 m, terminando en una duna costera (Carrasco *et al.*, 1993). Para el trabajo se tomaron en cuenta 21 km que van del poblado de Las Coloradas a La Angostura en dirección Oriente (Fig. 1). El tipo de clima es  $Aw_0(x)$ , que corresponde a un cálido subhúmedo. Esta zona tiene la menor precipitación del estado (entre 700 y 800 mm). La época de lluvias es de julio a noviembre. La temperatura media anual es de 27 °C, la máxima de 41 °C y la mínima de 9 °C (García,



Fig. 1 Área de estudio y zona de anidación para la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yucatán (Garduño *et al.*, 1993).

1981). La vegetación de la duna esta formada principalmente por: *Agave agustifolia*, *Ambrosia hispida*, *Batis maritima*, *Bromelia americana*, *Coccoloba uvifera*, *Coccothrinax reardi*, *Ernodea littoralis*, *Ipomoea pescaprae*, *Pithecellobium keyense*, *Scaevola plumieri*, *Surina maritima* y *Thrinax radiata* (Vázquez, 1993).

## Material y métodos

Los huevos se trasladaron al corral controlado en cuatrimotos según los criterios establecidos por Márquez *et al.* (1990), entre las 20:00 h y las 04:00 h, colectados en 21 Km de playa (Fig. 1). El tiempo de traslado al corral fue desde unos cuantos minutos a un máximo aproximado de cuatro horas. Algunos nidos se dejaron *in situ* para poder hacer las comparaciones respectivas, procurando dejar los que se encontraron más alejados de la línea de marea para no ser inundados y de difícil localización para los depredadores (mapaches, zorras, etc.). Estos nidos se marcaron con una estaca a la cual se fijó una cinta plástica con su número correspondiente y la fecha en que fueron encontrados, para facilitar su localización posterior. Transcurridos 50 días de haber sembrado los huevos en el corral, se colocó una malla de alambre alrededor de cada nidos, para permitir el conteo de las crías emergentes (Garduño *et al.*, 1993). El análisis del contenido de cada nido del corral se llevó a cabo un día después de que emergieran las crías, para dar tiempo a que todas salieran por su propio esfuerzo, y para esto se utilizaron las siguientes categorías del aspecto (desarrollo embrionario) de los huevos según los criterios usados por Garduño y Lope<sup>1</sup> (1992), así: 1) huevos blancos (a, blancos I; b, blancos II; y c, blancos III); 2) huevos rosas; 3) crías muertas; 4) crías vivas.

Los nidos *in situ* fueron inspeccionados diariamente después de 50 días de incubación. Al encontrarse un nido en donde las crías ya habían brotado, se excavaba, se sacaba todo su contenido, se separaban las cáscaras y se contaban para estimar el número de crías eclosionadas. El resto se analizaba del mismo modo que en los nidos de corral.

Para medir la temperatura se colocaron dos termopares en cada nido, en el fondo y en la parte superficial, a aproximadamente 20 y 50 cm de profundidad, que se conectaron a su vez a un termómetro digital tipo "J" *ironconstant*, marca Cole-Parmer, el cual da una lectura hasta décimas de grado. Las mediciones se realizaron diariamente en dos diferentes horarios a partir de la fecha de incubación (12:00-13:00 h y 24:00-01:00 h). Para medir la humedad se usó el método de diferencia en peso usado por Naranjo (1989). Para el muestreo de temperatura y humedad se seleccionaron 10 nidos de corral y 5 nidos *in situ* (originalmente eran 10 nidos *in situ*,

<sup>1</sup> Garduño, A. M., R. Lope M. Informe final del programa de tortuga marinas en las Coloradas Yucatán, Temporada 1992. CRIP- Yucalpetén. 1992. (Inédito).

pero cinco fueron depredados por mapaches y fueron eliminados del análisis).

La sobrevivencia se midió como porcentaje de avivamiento, para lo cual se dividió el número total de crías vivas entre la fecundidad y se multiplicó por 100. El porcentaje de las categorías ya mencionadas (blancos I, II, III, rosas y muertas) se estimó de la misma manera que el de avivamiento. Para la comparación entre los tipos de manejo de nidos se utilizó la prueba estadística de "U" de Mann-Whitney. Las diferencias de la temperatura y la humedad entre los tratamientos fueron evaluadas usando la prueba de *t* de Student (Steel y Torrie, 1985). Para determinar si la temperatura y humedad influyen en la sobrevivencia se realizaron correlaciones estadísticas simples.

## Resultados

Los resultados del análisis del contenido de los nidos en ambos tipos de manejo (corral e *in situ*) se muestran en la tabla 1. El avivamiento fue de 67.37% en 105 nidos de corral y 84.17% en 22 nidos *in situ*. La comparación estadística de los porcentajes promedio de avivamiento reveló evidencias suficientes de que las magnitudes de sobrevivencia son diferentes. En general, los porcentajes de todas las categorías de mortalidad fueron mayores en los nidos de corral; pero además del porcentaje de avivamiento sólo hay diferencia suficiente en la categoría tortugas muertas entre los dos tratamientos.

**Tabla 1.** Comparación del porcentaje de sobrevivencia y categorías de mortalidad para la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) entre nidos con dos tipos de manejo para Las Coloradas, Yucatán durante 1993.

Tipo	Var	Avivamiento%	B-I%	B-II%	B-III%	Rosas%	Muertas%	N
corral	media	67.37%	1.38%	1.67%	1.74%	19.14%	5.57%	105
	max	100	39.18	42.41	16.67	100	100	105
	min	0	0	0	0	0	0	105
	dst	24.01	4.43	4.07	2.71	22.46	9.87	105
<i>in situ</i>	media	84.18%	0.26%	0.39%	2.11%	11.19%	1.87%	22
	max	100	3.80	2.15	6.45	84.64	17.26	22
	min	15.38	0	0	0	0	0	22
	dst	17.48	0.82	0.73	2.20	17.28	4.10	22
U -Mann	Whitney	z=-4.24 P=0.00002*	z=1.31 P=0.18	z=1.64 P=0.10	z=0.85 P=0.38	z=1.40 P=0.15	z=-2.18 P=0.037*	

El número original de nidos *in situ* fue de 37, de los cuales se recuperaron 22, los 15 restantes (40.5%) se perdieron por depredación o inundación y por eso se eliminaron del análisis. Dentro de los dos tipos de manejo (de corral e *in situ*) la categoría de huevos rosa presentó mayor porcentaje de mortalidad, seguida de la de crías muertas. (Tabla 1).

Al comparar las pendientes de las temperaturas de los dos tratamientos por medio de la prueba de *t* de Student no se encontró diferencia significativa ( $t = 0.63$ ,  $gl = 119$ ,  $P > 0.05$ ). En cuanto a la humedad de los nidos en corral e *in situ* no se encontró diferencia entre las medias ( $t = 0.34$ ,  $gl = 13$ ,  $P > 0.05$ ).

**Tabla 2.** Variación de la temperatura en dos tipos de manejo de nidos de tortuga Carey en Las Coloradas, Yuc., México, en 1993.

	TEMPERATURA (°C)	
	CORRAL	IN SITU
MMEDIA	30.5	30.4
MÁX	33.8	33.9
MÍN	26.7	26.9
dst	2.2	1.8
n	10	5

max = máxima, min = mínima, dst = desviación estándar n = No. de nidos.

**Tabla 3.** Variación porcentual de humedad de dos tipos de manejo de nidos de tortuga Carey en Las Coloradas, Yuc., México, en 1993

	% DE HUMEDAD	
	CORRAL	IN SITU
media	7.49	7.65
max	18.38	13.95
min	0.29	3.02
dst	2.4	2.9
n	10	5

max = máxima, min = mínima, dst = desviación estándar y n = No. de nidos.

La temperatura inicial de la mayoría de los nidos de corral estuvo entre 27 °C y 28 °C. Incluso, en los primeros días subió hasta 29 °C. La de los nidos *in situ* al inicio estuvo entre 28.5 y 29 °C. Entre el 14 y 20 de junio hubo una tormenta tropical

con tiempo muy nublado y lluvias, lo cual causó una caída de la temperatura de los 29 a los 26.5 °C entre los días 16 y 18 y sólo hasta el 24 de julio se regresó a los 29 °C.

Esto afectó principalmente a la muestra de los nidos de corral y claramente a uno de los nidos *in situ*. Un grupo de nidos *in situ* se colocó al mismo tiempo que los de corral, pero de estos sólo subsistió uno y los demás fueron depredados. Fue preciso esperar varios días para volver a colocar los termopares en el tratamiento *in situ*, por lo que el mal tiempo no los afectó.

Al correlacionar temperatura y humedad con el porcentaje de avivamiento y con las categorías de desarrollo embriona-

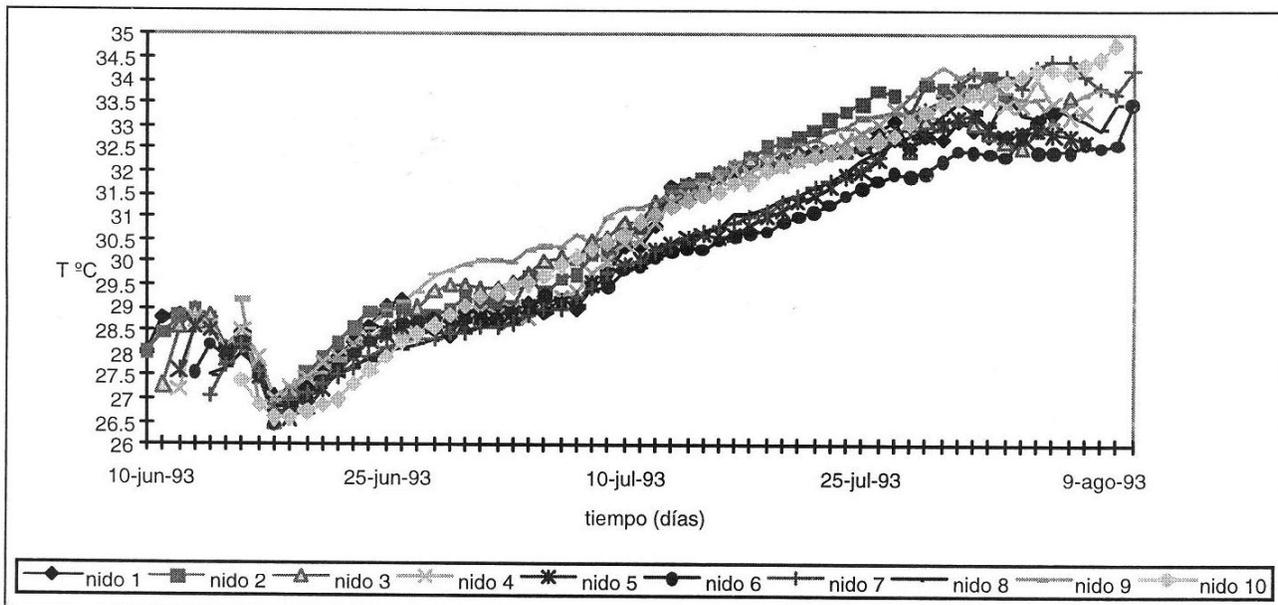


Fig. 2. Variación total de la temperatura durante el muestreo de 10 nidos de corral de tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México.

rio, sólo se encontraron altas correlaciones entre la temperatura y la categoría de crías muertas en nidos de corral ( $r = 0.89$ ,  $P = 0.05$ ,  $y = -844.09 + 28.027 x$ ) y entre la humedad y la categoría de huevos blancos III *in situ* ( $r = -0.86$ ,  $P = 0.05$ ,  $y = 9.849 - 1.220 x$ ).

En cuanto a la posible proporción de sexos para la tortuga Carey, los resultados muestran en los nidos de corral una tendencia dividida a la producción de hembras y machos.

Al empezar el segundo tercio del período de incubación, un grupo de nidos que estuvo por debajo de la temperatura

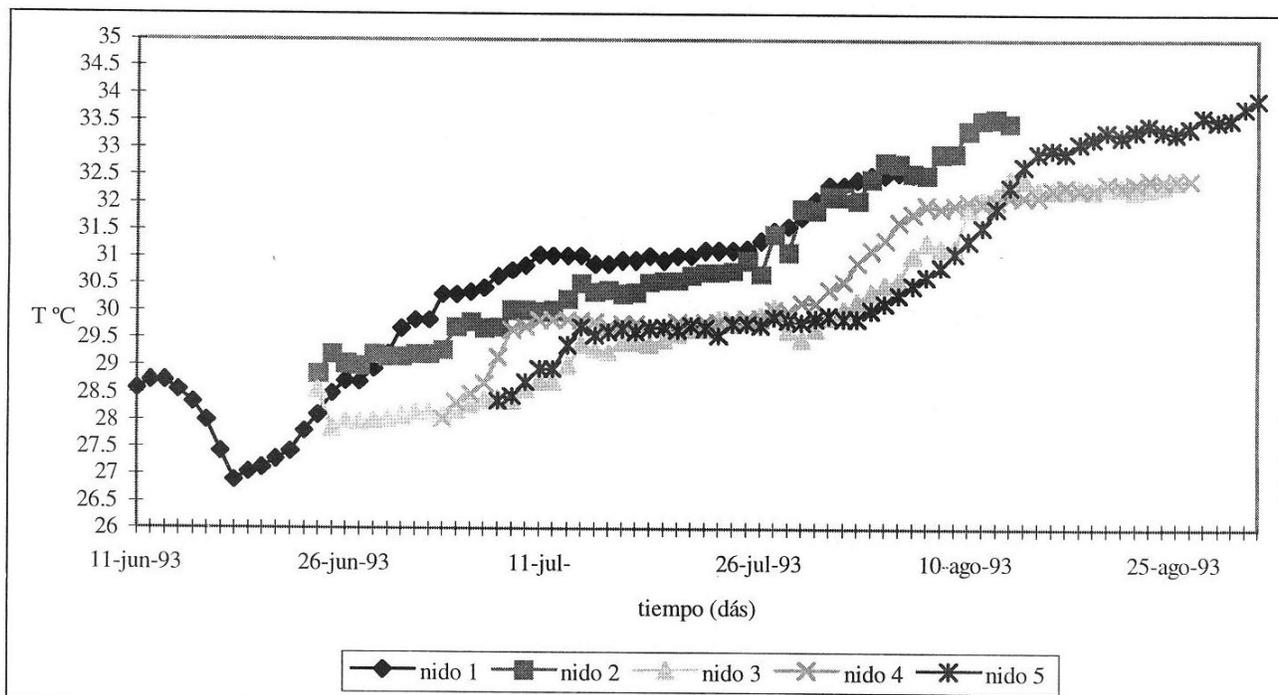


Fig. 3. Variación total de la temperatura durante el muestreo de cinco nidos *in situ* de tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México.

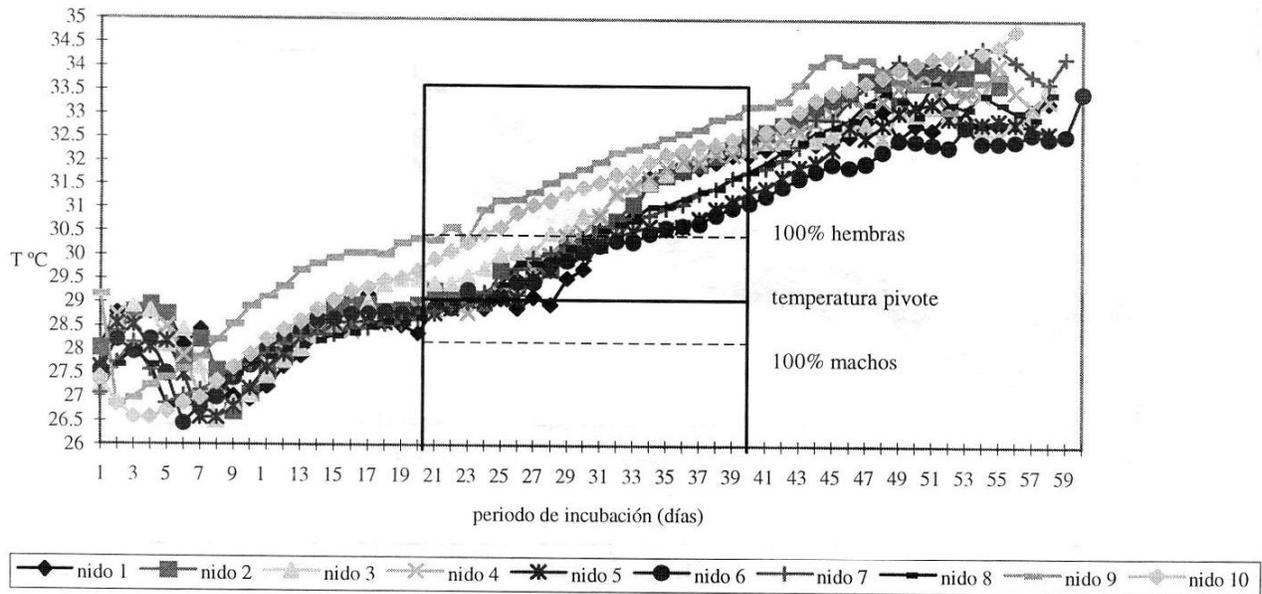


Fig. 4. Proporción de sexos en nidos de 10 corral de tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México., en función de la temperatura. El período crítico de diferenciación sexual está remarcado entre los días 20 y 40 del período de incubación.

pivote de 29.2 °C que encontraron Mrosovsky *et al.* (1992), pero una semana después ésta subió por arriba de los 29.2 °C y antes de acabar este período se encontraron por arriba de los 30.3 °C. Los nidos *in situ* comenzaron su incubación en temperaturas promedio un grado por arriba que en los nidos de

corral y, excepto uno, no pasaron por los días de tormenta. Estos nidos, según se aprecia en la figura 5, se desarrollaron en el segundo tercio de la incubación por arriba de los 29.2 °C, lo que implica una mayor proporción de hembras.

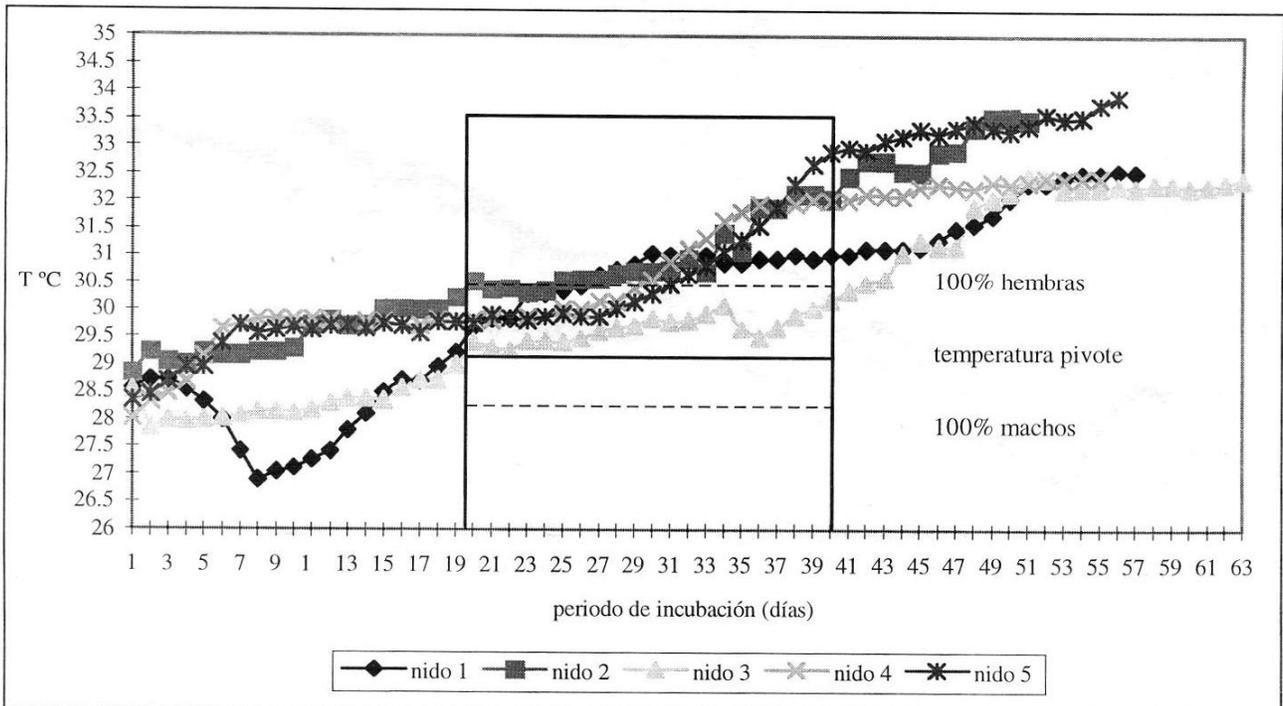


Fig. 5. Proporción de sexos en cinco nidos *in situ* de tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México., en función de la temperatura. El período crítico de diferenciación sexual está remarcado entre los días 20 y 40 del período de incubación.

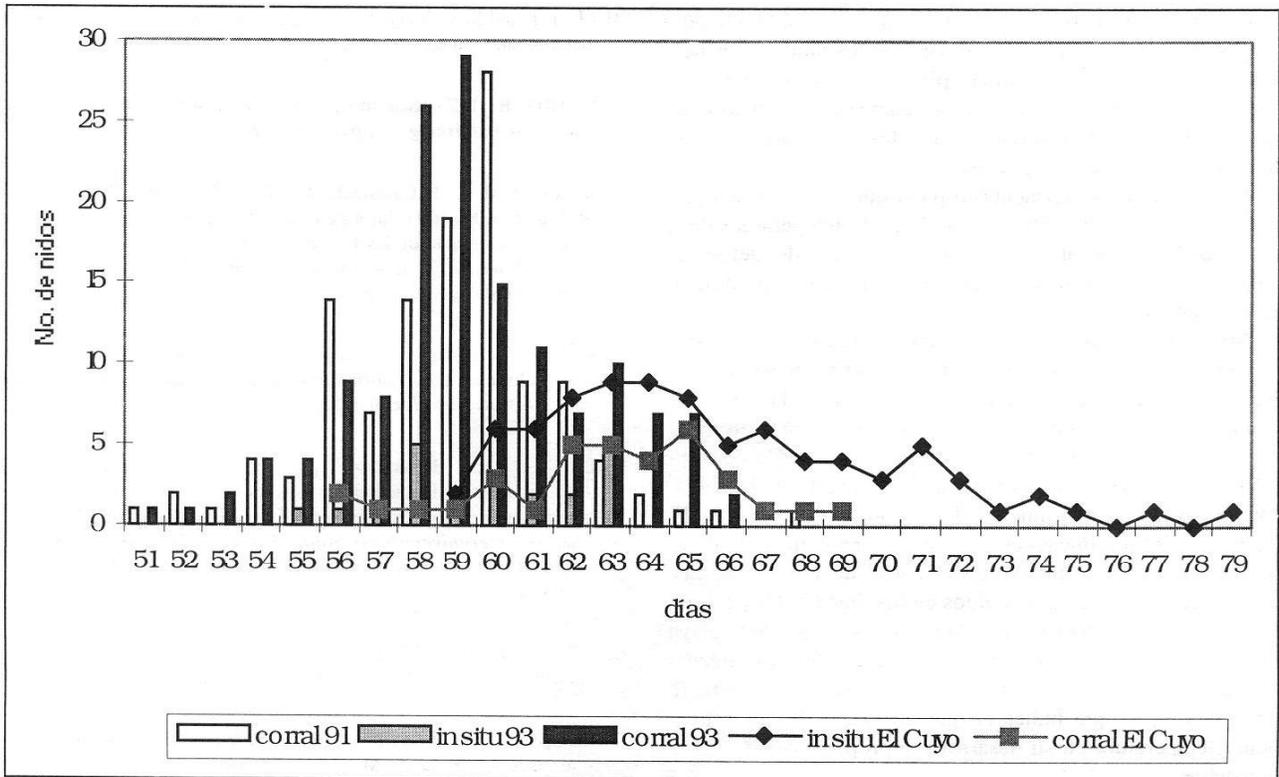


Fig. 6. Días de incubación de los tratamientos de nidos (en barras oscuras) comparados con la frecuencia de días de incubación en nidos de corral en 1992 (en barra blanca y líneas), y de nidos *in situ* y de corral del campamento de El Cuyo (Fig. 1), respectivamente.

## Discusión

El porcentaje de avivamiento en los nidos *in situ* fue superior al de los nidos de corral, resultados semejantes a los obtenidos por otros autores en ésta y otras especies (Durán, 1991; Barrios y Canul, 1993; Garduño *et al.*, 1993). No obstante, dentro del contexto de manejo esto no significa que dejar los nidos *in situ* lleve necesariamente a una mayor producción de crías, ya que los estudios se hacen sobre los nidos que logran completar su etapa embrionaria con éxito y no se toman en cuenta otros factores que pueden causar la pérdida total del nido; por ejemplo, en este trabajo se perdió la mitad de la muestra de nidos *in situ* (15 de 37), lo que implicaría tener que multiplicar 84.17% de avivamiento por 0.405 (= 35.3% de sobrevivencia). Quizás esto parezca exagerado, pero Campos y colaboradores<sup>2</sup>, en la misma Reserva Especial de la Biosfera de Río Lagartos encontraron que el 15% de los nidos fue depredado por animales, el 7% fue destruido por los huracanes Roxana y Ópalo, el 3% inundados por marea alta y un 1% saqueado por humanos, lo que suma 26%. Hay que tomar en cuenta que en la Reserva de Río Lagartos el saqueo

por humanos es casi inexistente, pero en otras partes del país esta es la principal causa de mortalidad. Según Escanero (com. pers.<sup>3</sup>), en 1990 el 60% de los nidos entre Isla Aguada y Sabancuy, Campeche, eran saqueados. En la misma zona, en 1994, se encontró que en una muestra de 262 nidos el 47% se perdió por depredación animal o saqueo de humanos (Guzmán *et al.*, 1995).

Como no se encontró una diferencia significativa en la influencia de la temperatura y la humedad en los nidos de corral y los naturales (*in situ*), la diferencia en el porcentaje de avivamiento es atribuible a la manipulación de los huevos, ya que una vez polarizado el disco germinal en el embrión, cualquier ligero cambio o inclinación en él afectará su desarrollo posterior, y esto aumenta la mortalidad en los nidos (Bustard, 1973). Los embriones de tortuga se fijan a la cáscara del huevo y el movimiento del traslado causa el desprendimiento y muerte del embrión.

Mrosofsky *et al.* (1992) mencionan la llamada temperatura pivote, en la cual se desarrollan 50% de hembras y 50% de machos de tortuga carey en la isla de Antigua, y con base en este trabajo se delimitan dentro de las figuras 3 y 4 los períodos en los que se define el sexo de los embriones. Ellos encontraron que la playa de Antigua (al menos en ese año) fue

2 CAMPOS, B. E., E. Morales, J. Callejas. Estudio y conservación de tortugas marinas en las playas de El Cuyo, Yucatán, temporada 1995. Informe final. PRONATURA Península de Yucatán. A.C. 33pp. 5 Anexo 12 fotos. 1995 (Inédito).

3 ESCANERO, Galo. Director del CRIP de Cd. del Carmen durante esa época.

productora de machos, al contrario que los resultados aquí presentados, en los que la mayor parte de los nidos se encuentran por arriba de la temperatura pivote. Los datos de Mrosovsky *et al.* se extrapolaron para este análisis; sin embargo, no se soslaya la posible diferencia entre las temperaturas pivote de las tortugas de las dos playas.

Eventos como la tormenta tropical que en esa época provocó un descenso de entre 2 y 3 °C en la temperatura de la arena, podrían causar que nidos en período de definición sexual se desarrollaran a menores temperaturas y produjeran mayor cantidad de machos.

Mrosovsky *et al.* (*ibidem*) menciona que la posible proporción de sexos se podría calcular a partir del número de días que tarda la incubación. En la gráfica de la figura 6, además de los datos de 1993 de los dos tratamientos (en barras) se muestran los datos del corral en Las Coloradas en 1991, y se observa que la distribución es igual a la de 1993. Por otra parte, la distribución de los nidos de corral de El Cuyo en 1992 (en líneas) está un poco corrida hacia la derecha, pero dentro del intervalo del corral de Las Coloradas, excepto por una cola de tres nidos en los días 67, 68 y 69 (un nido cada día). La distribución de los nidos *in situ* de la playa de El Cuyo (Figs. 1 y 6) tiene una distribución francamente corrida hacia la derecha (datos de Rodríguez y Zambrano, com. pers.<sup>4</sup>), lo que indicaría que un grupo de nidos tuvo menor temperatura en su desarrollo y proporciones mayores de machos.

Por último, no es claro cuál es la cantidad de hembras y machos que deben existir en una población. La proporción de sexos determinada en pesquerías comerciales cubanas de la tortuga de carey indican un promedio durante 10 años de un 82% de hembras (Pérez *et al.*, 1996).

## Referencias bibliográficas

- ASÍS, S. F. 1986. La temperatura como factor determinante de diferenciación sexual en *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina). *Tiempos de Ciencias* 2, Enero-Marzo, 1986.
- BARRIOS S. R., V. y J. Canul M. 1993. Manejo de la zona del refugio de las tortugas marinas en Chencán, Municipio de Chanpotón, Campeche. En: *Memorias del IV taller regional sobre programas de conservación de tortugas marinas en la Península de Yucatán* Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 91-97.
- BAUTISTA H., F. J. 1992. Relación de la humedad del ambiente incubatorio en el avivamiento de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina) en las playas de La Escobilla, Oaxaca. *Tesis Profesional (Biología)*. Esc. Nat. Est. Prof. Zar. UNAM. México, D.F.
- BROOKS, R. J., and E. G. Nancekivell. 1984. Temperature-dependent sex determination and hatching sex ration in the common snapping turtle *Chelydra serpentina*. In *Proceedings: Ontario Ecology and Ethology Colloquium, Waterloo, Ont., 24-26 April 1984. Abstr. No. 1120*.

- BULL, J. J. and R. C. Vogt. 1981. Temperature-sensitive periods of sex determination in emydid turtles. *J. Exp. Zool* 218: 435-440
- BUSTARD, R. 1973. Sea turtles: Natural history and conservation. *Taplinger Publishing Company; New York*.
- CARRASCO, M. A., P. Castañeda, T., M. Garduño, A.; R. M. Lope, M., R. Márquez, M., 1993. Informe final del programa del tortugas marinas en la localidad de las Coloradas Yucatán 1990. En: *Memorias del IV Taller Regional de Tortugas Marinas Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 117-123.
- DURÁN N, J. J. 1991. Factores que afectan la anidación de la tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*) en la R.E.B. Ría Celestún, Temporada 1991. *Reporte Técnico. SEDUE, Yucatán*.
- GALICIA, P. L., E. Hernández, V., C. López, R., E. Nieves, M. 1989. Influencia de la Humedad de Incubación sobre el porcentaje de avivamiento en tortuga Golfina y Laúd. En: *Memorias del V Encuentro Interuniversitario Sobre Tortugas Marinas en México*. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. CONACYT. pp. 162-174.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (3ra. ed.). México D.F. *Offset Laris*.
- GARDUÑO, A. M., R. Márquez, M., S. Andrade, S., A. Moreno, D., J. Vasconcelos., R. Lope, M. 1993. Comparación del avivamiento en nidos *in situ* y trasplantado de tortuga blanca, *Chelonia mydas*, en el campamento de Las Coloradas, Yucatán, 1990. En: *Memorias del IV taller regional sobre programas de conservación de tortugas marinas en la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 125-129.
- GUZMÁN, V., J.C. Rejón, R. Gómez, 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.*
- KRAEMER, J. E. and R. Bell. 1980. Rain-induced mortality of eggs and hatchling of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) on the Georgia Coast. *Herpetologica*. 36(1): 72-77.
- LIMPUS, C. J., P. Reed, and J. D. Miller. 1985. Temperature dependent sex determination in Queensland sea turtles: intraspecific variation in *Caretta caretta*. In: (G. Grigg, R. Shine, and H. Ehmann, eds). *Biology of Australasian frogs and reptiles*. Royal Zoological Society, Wellington, New South Wles, pp. 343-351.
- MÁRQUEZ M., R., J. Vasconcelos., J. M. Sánchez., S. Sánchez., J. Díaz., C. Peña Flores., D. Ríos y A. Villanueva., 1990. *Manual de Operación de Campamentos Tortugeros*. Instituto Nacional de la Pesca. México.
- McGEHEE, M. A. 1979. Factors affecting the hatching succes of loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta*). *M. Sc. Thesis, Univ. Central Florida, USA*.

4 1809 N. Flagler Dr. B7. West Palm Beach, Fl 33407.

- MILLER, J. D. and C. J. Limpus. 1981. Incubation period and sexual differentiation in the Green turtle *Chelonia mydas* L. *Proceeding Melbourne Herpetology Society*. pp. 66-73.
- MROSOVSKY, N. 1988. Pivotal temperatures for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Northern nesting beaches. *Can. J. Zool.* 66: 661-669.
- MROSOVSKY, N., and C. L. Yntema. 1980. Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implication for conservation practices. *Biol. Conserv.* 18:271-280.
- MROSOVSKY, N., and M. C. Pieau. 1991. Transitional range of temperature, pivotal temperature and thermosensitive stage for sex determination in reptiles. *Amphibia-Reptilia* 12: 169-179.
- MROSOVSKY, N., Bass, A., Corliss, L.A., Richardson, J. I. and Richardson, T. H. 1992. Pivotal and beach temperatures for hawksbill turtles nesting in Antigua. *Can. J. Zool.* 70: 1920-1925.
- NARANJO G., R. A. 1989. Características del ambiente de incubación natural y su influencia en el avivamiento de los nidos de tortuga negra (*Chelonia agassizi*) en las playas de Colola y Maruata, Michoacán. En: *Memorias del V Encuentro Interuniversitario Sobre Tortugas Marinas en México*. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. CONACYT. pp. 59-72.
- PEREZ, C., E. Carrillo y F. Moncada. 1996. Evolución de parámetros biológico-pesqueros en la población de carey (*Eretmochelis imbricata*) en Cuba. *Reunión Regional sobre la Conservación y Uso Sostenible del Carey en Cuba*. La Habana, 14-15 de marzo de 1996. 9 pp.
- PIEAU, M. C. 1971. Sur la proportion sexuelle chez les embryons des deux Chéloniens (*Testudo graeca* L. et *Emy orbicularis* L.) issus d'oeufs incubés artificiellement. *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci.* 272: 3071-3079.
- RAGOTZKIE, R. A. 1959. Mortality of loggerhead turtle eggs from excessive rainfall. *Ecology* 40: 303-305.
- STEEL, R. G., J. H. Torrie. 1985. Bioestadística, principios y procedimientos. *Seg. Edit. McGraw-Hill*. Bogotá, Colombia.
- VÁZQUEZ, V. R. 1993. Protección y vigilancia de las playas de anidación de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en El Cuyo, Yucatán. En: *Memorias del IV Taller Regional de Tortugas Marinas Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 131-140.
- YNTEMA, C. L. 1976. Effects of incubation temperature on sexual differentiation in the turtle, *Chelydra serpentina*. *J. Morphol.* 150:453-461.
- YNTEMA, C. L., and N. Mrosovsky. 1979. Incubation temperature and sex ration in hatchling loggerhead turtles: a preliminary report. *Turtle News* 1. 11: 9-10

**Tabla 1** Historia preliminar de los antecedentes jurídicos, de administración, de conservación y de investigación de los mamíferos marinos de México (Modificado de Fleischer, 1987)

AÑO	TITULO	FUENTE	AÑO	TITULO	FUENTE
1917	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 27 Constitucional	Justo Sierra y Justo Sierra	1940 Jul.9	Veda parcial de protección de lobo marino en el Pacífico mexicano	Mercado, 1979
1918 Jun 20	Acuerdo que levanta la veda de caza y pesca de Lobo Marino en las Aguas Territoriales de la Costa Occidental de Baja California a partir del 20 de agosto de 1918.	Boletín Oficial de la Secretaría de Agricultura y Fomento (1918)	1949 Jun. 17	México se adhiere a la CBI	
1918 Sept 13	Acuerdo que confirma el del 20 de junio de 1918 relativo a la caza y pesca del lobo marino en la Costa Occidental de Baja California.	Bol. Industria, Comercio y Trabajo (1918)	1972 Ene. 14	Decreto que declara zona de refugio para Ballenas y ballenatos a la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S.	Díario Oficial 1972
1918 Oct 7	Acuerdo dictado por el Srio. de Agricultura y Fomento prohibiendo la caza del lobo marino en los "Islotes Coronado", así como toda clase de aves marinas.	Bo. Of. de la Sria. de Agr. y Fomento, 1918	1977	"Circular 20" Disposiciones de protección a mamíferos marinos asociados a la pesca de atún con red de cerco	Díario Oficial 1977
1923 Nov 28	Reglamento de Pesca Marítima y Fluvial de la República Mexicana	Díario Oficial México, 1924	1979 Jul.	Decreto que declara como refugio para ballenas y ballenatos en la Laguna de San Ignacio, B.C.S.	Díario Oficial Jul./16/1979
1925	Ley de Pesca del 17 de enero de 1925 establece Zonas de Reserva y Condiciones para las capturas de Ballena y Lobo Marino	Hernández Fujigaki, 1988	1980 Mar	Decreto que modifica el del 14 de enero de 1972 y declara, como zona de refugio para ballenas y ballenatos, al Complejo Lagunar Ojo de Liebre, incluyendo las Lagunas de Guerrero Negroy Manuela	Díario Oficial Mar/28/1980
1925 Dic 23	Acuerdo México-E.U.A. para la Conservación y Fomento de Recursos Marinos	Senado de la Rep. Tratados ratificados y convenios ej. celebrados por México. Tomo V. 1924-1928	1981	Decreto que declara la veda para el manatí en la Rep. Mexicana	Díario Oficial Oct./26/81
1926	Comisión del Pacífico formada en mayo de 1926 auxilio en la determinación de Epocas de Vedas y en la Evaluación de las Condiciones de las focas y lobos marinos	Excelsior, 31/mar/1926	1981	La regulación de las actividades de investigación Capturas-Vivo y Turismo Educativas en las aguas nacionales	Vallarta-Morron 1981, Solorzano
1927 Mar 15	Reglamento de Pesca, Marítima y Fluvial de la Rep. Mexicana 15/mar/1927	Sria. Agr. y Fomento D.O.15/mar/1927	1982	México suscribe la convención del Derecho del Mar (CONVEMAR)	
1932 Ago. 31	Ley de Pesca de 1932	Depto. de Pesca Legisl. N° 5, México, 1981	1986	México inicia su programa de observadores a bordo de la flota atunera, convenio con la CIAT (Com. Int. Atún Trop.)	
1933 Mar. 17	Veda total indefinida para las capturas de elefante marino y foca fina	Sria. de Agr. y Fomento. Dir. Forestal, 1933	1987 Ene. 25	Ley Federal de Pesca	Díario Oficial Ene/25/1987
1933 Jul.	México se adhiere a la Convención de Ginebra para la Protección de las Ballenas	Mercado, '79	1987 Jun. 29	"Acuerdo atunero" que actualiza las medidas de protección de delfines en la pesca atunera	Díario Oficial Jun/28/1987
1934 Jul.9	Veda relativa de protección al manatí por 10 años	D. O. de la Nación, 1934	1988	Declaración de la Reserva de la biosfera de Vizcaino-Ojo de Liebre que protege a los mamíferos marinos presentes en la zona	Díario Oficial
1938 Feb. 23	Se aprueba el Convenio Internacional para la Reglamentación de la caza de la Ballena	Díario Oficial 16/Jul./1938	1990	Acuerdo regulatorio de las actividades de pesca de atún con red de cerco	Díario Oficial