
**EFEECTO DE LA PROFUNDIDAD Y LA DISTANCIA ENTRE NIDADAS
TRASLADADAS DE *DERMOCHELYS CORIACEA* (LINNAEUS, 1766), SOBRE
LA TEMPERATURA DE INCUBACIÓN Y SUPERVIVENCIA DE NEONATOS,
EN LA PLAYONA, CHOCÓ (COLOMBIA)**

EFFECTS OF NEST DEPTH AND DISTANCE AMONG TRANSFERRED CLUTCHES OF
DERMOCHELYS CORIACEA (LINNAEUS, 1766), ON INCUBATION TEMPERATURE AND
SURVIVAL OF HATCHLINGS AT LA PLAYONA, CHOCÓ (COLOMBIA)

Adriana Restrepo^{1,2}, Úrsula Jaramillo¹, Pilar Aubad¹, Vivian P. Páez¹, Silvia López¹, Ana María Suárez¹,
Amalia Cano¹

Resumen

La Playona es considerada la principal playa de anidación de la tortuga Caná (*Dermochelys coriacea*) en el departamento del Chocó (Colombia), con más de 300 anidaciones por temporada en sólo 3 km de playa monitoreados, de los 12 km de su extensión total. La principal amenaza de esta colonia anidante es la depredación de los huevos tanto por animales domésticos como por pobladores locales, llegando a perderse hasta el 100% de las posturas. Por lo tanto, consideramos el traslado de nidadas como una alternativa inminente de protección. Siendo conscientes del impacto que conlleva la manipulación de las nidadas, evaluamos la profundidad y la distancia entre nidadas trasladadas, como posibles factores que influyen en la supervivencia de los neonatos (evaluada como éxito de emergencia y eclosión) y la temperatura de incubación. Los diferentes tratamientos de profundidad y distancia no mostraron efectos significativos sobre las variables evaluadas, pero sí fue notable la influencia sobre las mismas que presentaron las condiciones climáticas y la localización del vivero. A partir de este trabajo proponemos medidas alternativas para la siembra de nidadas trasladadas, que permitan optimizar el espacio en los viveros y minimizar el efecto sobre la supervivencia y la temperatura de incubación.

Palabras clave: *Dermochelys coriacea*, distancia entre nidos, profundidad de nidos; traslado de nidadas, viveros, Chocó, Colombia.

Abstract

La Playona is considered the most important nesting beach for leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the department of the Chocó (Colombia), with more than 300 nestings per season in only those 3 km of this 12 km beach that are actively monitored. The principal threat to this nesting colony is egg predation both by domestic animals and local people, reaching up to 100% nest loss. Therefore, we consider nest transfer an important alternative for protecting clutches. Being cognizant of the impacts that clutch manipulation may have, we evaluated nest depth and the distance between artificial nest chambers as possible variables that might influence juvenile survival (evaluated as emergence and hatching success) and incubation temperature. The different nest depth and distance treatments did not significantly affect the evaluated variables, but the effects of climatic conditions and the location of the hatchery facility on them were conspicuous. Based on this study we propose alternative measures for distributing nests in hatchery facilities that would optimize space use in them and minimize effects on nest survival and incubation temperatures.

Key words: *Dermochelys coriacea*, distance among nests, hatcheries, nest depth, nest transfer, Chocó, Colombia.

¹ Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. A. A. 1226. Medellín (Antioquia), Colombia.

² Correo electrónico: <restreopadriana78@gmail.com>.

INTRODUCCIÓN

Idealmente los huevos de tortugas deben incubarse en su nido natural (Mortimer, 2000), ya que las condiciones microambientales presentes en éste, como la humedad y la temperatura, afectan la supervivencia de los embriones y la determinación del sexo, entre otras características que influyen en el éxito adaptativo (*fitness*) de los neonatos (Bobyn y Brooks, 1994; Filoramo y Janzen, 2002; Janzen y Morjan, 2002; Janzen y Paukstis, 1991; Packard et al., 1987, 1991, 1993; Resetarits, 1996; Spotila et al., 1994; Steyermark y Spotila, 2001; Yntema, 1978). Las variaciones introducidas en la estructura y forma de los nidos artificiales durante su construcción, podrían disminuir tanto el éxito de eclosión, al afectar la cantidad de oxígeno disuelto disponible en la cámara del nido, como el éxito de emergencia, al cambiar las condiciones de compactación de la arena (Boulon et al., 1996; Richardson, 2000). Además, el traslado de las nidadas podría modificar los mecanismos de impronta (*imprinting*) de los neonatos (Huff, 1994; Whitmore y Dutton, 1985), así como hacerlos más vulnerables a la depredación, el parasitismo y eventos estocásticos, al estar los nidos agregados en lugares específicos de la playa (Huff, 1994); esto sin contar con los altos costos de los viveros tanto en recursos económicos como humanos (Mortimer, 2000).

Por lo anterior, la decisión de reubicar las nidadas a sitios protegidos (como viveros) debería considerarse sólo como último recurso en el manejo de estas especies, ya que se podría producir un impacto negativo en la población (Mortimer, 2000). Sin embargo, en muchas partes del mundo, como es el caso de La Playona, la depredación de los huevos por animales domésticos y el saqueo de estos por humanos es tan intenso, que la mortalidad de cualquier nidada dejada *in situ* llega a ser hasta del 100%, por lo que el traslado se constituye una alternativa inminente de protección (Duque et al., 2000; Higueta, 2000; Mortimer, 2000; Rueda et al., 1992). Aunque algunos estudios reportan una disminución en el éxito de eclosión al trasladar las

nidadas (Boulon et al., 1996), en el caso de la colonia anidante de *Dermochelys coriacea* en La Playona, ésta acción podría dar como resultado la producción de un número significativo de neonatos que de otra manera no habrían eclosionado, siendo un esfuerzo esencial para la recuperación a largo plazo de esta población.

Teniendo en cuenta todos los efectos negativos del traslado, los menores éxitos de eclosión de las nidadas de *D. coriacea* respecto a otras especies de tortugas marinas y los bajos porcentajes de supervivencia obtenidos en esta playa (Bell et al., 2003; Duque et al., 2000; Higueta, 2000; Rueda et al., 1992), cualquier plan de manejo que involucre el traslado de las nidadas a viveros debería considerar los factores que pueden afectar el éxito de eclosión y emergencia, la temperatura de incubación de los nidos y las proporciones sexuales de los neonatos, ya que de lo contrario podría constituirse en una acción contraproducente (Hewavisenthi y Parmenter, 2001; Richardson, 2000).

El presente estudio evaluó el efecto de la distancia y la profundidad de nidadas trasladadas a viveros, sobre la temperatura de incubación y la supervivencia de los neonatos (evaluamos este aspecto en términos de éxito de emergencia y eclosión). Esto con el fin de optimizar las condiciones del traslado de las nidadas de *D. coriacea* en La Playona, departamento del Chocó (Colombia), ajustándolo a las particularidades del lugar, como es el reducido espacio disponible para la construcción de viveros, debido a los altos niveles de erosión y la gran cantidad de madera de deriva (Ceballos, 2002; Rueda et al., 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. En Colombia las principales playas de anidación de *D. coriacea*, son La Playona y Acandí, ambas en el Golfo de Urabá (Chocó), en la costa colombiana del Caribe (Castaño-Mora, 2002; Ceballos, 2002). La Playona es la playa más extensa dentro del Golfo de Urabá (8° 27' 38,0''

N y 77° 13' 47,2" O), con 12 km de longitud y un ancho promedio de 30 m (Rueda et al., 1992). Ha sido catalogada como una playa de alta energía, muy inestable y móvil, debido al fuerte oleaje, el viento y las mareas, por lo que es común encontrar una gran cantidad de madera y desechos orgánicos e inorgánicos de deriva (Rueda et al., 1992; Ceballos, 2002). La región presenta un régimen pluviométrico bimodal tetraestacional, con dos temporadas de lluvias durante los meses de abril a junio y de octubre a diciembre, siendo mayo y noviembre los meses de máxima precipitación; las temporadas secas comprenden los meses de enero a marzo y de julio a septiembre, siendo la primera, la época más seca [CORPOURABA (1984), en Rueda et al., 1992]. El promedio mensual de temperatura es de 26,2 °C [CORPOURABA (1984), en Rueda et al., 1992]. Este estudio se realizó en los primeros tres kilómetros de la playa, en dirección Norte-Sur, cerca al Cerro Tolo, ya que en ésta zona se presenta el mayor número de arribos de hembras anidantes de *D. coriacea* (Duque et al., 2000; Higuira, 2000; Rueda et al., 1992).

Construcción de viveros. Construimos dos viveros de 7 x 12 m cada uno, en el área de transición de la playa, entre la zona media y la zona de vegetación; la arena de los viveros fue cernida hasta un metro de profundidad con el fin de eliminar basuras o troncos que pudieran afectar el desarrollo de los huevos (Mortimer, 2000). El vivero N.º 1 fue construido en el mes de enero de 2002 en el km 3 y el vivero N.º 2 fue construido en marzo del mismo año en el km 2. Una vez construidos los viveros, esperamos un mes antes de iniciar el traslado de las nidadas, con el fin de que se homogeneizaran las condiciones del sustrato.

Localización de hembras, traslado de nidadas y construcción de nidos. Desde el 6 de marzo hasta el 3 de junio de 2002, realizamos caminatas nocturnas en la playa para localizar a las hembras anidantes. Obtuvimos los huevos de cada postura introduciendo previo al desove, una bolsa de polietileno en el nido construido por la hembra, llevando inmediatamente los huevos a los viveros. Las

nidadas plantadas en el vivero N.º 1 fueron trasladadas del 22 de marzo al 17 de abril y al vivero N.º 2, del 17 de abril al 3 de junio. La construcción de los nidos artificiales se llevó a cabo teniendo en cuenta la forma propuesta por Billes y Fretey (2001).

Siembra de nidadas y registro de temperaturas de incubación. Las nidadas fueron sembradas en los viveros a tres diferentes profundidades: 60, 70 y 80 cm (la profundidad fue medida desde la superficie de la arena hasta el fondo de la cámara de incubación); y tres distancias entre nidos: 30, 60 y 80 cm (figura 1). Identificamos cada nido con un número serial/único, registrando el número total de huevos fértiles e infértiles, la fecha de siembra y la fecha prevista de eclosión, teniendo en cuenta un periodo de incubación promedio de 60 días (Rueda et al., 1992). En este trabajo consideramos huevos fértiles a aquellos que presentaron una forma regular y un tamaño estándar para la especie (Duque et al., 2000), mientras que los infértiles fueron aquellos que presentaron tamaños más pequeños o formas irregulares. Monitoreamos las temperaturas de incubación introduciendo de manera aleatoria (sorteamos los nidos) termocuplas tipo J (rango de temperatura entre 0 y 700 °C) en el centro de la cámara de incubación de 20 nidos, 10 nidos por vivero, 2 por tratamiento (figura 1). Adicionalmente, en cada vivero monitoreamos la temperatura de la arena a 70 cm de profundidad (nido falso) utilizando la misma metodología. La lectura de las temperaturas las realizamos durante todo el periodo de incubación, a las 0:00, 4:00, 8:00, 12:00, 16:00 y 20:00 horas, con un lector digital marca Omega (precisión: 0,1 °C).

Después de la siembra, rodeamos la boca de cada nido con un cilindro de malla plástica con el fin de evitar que durante la eclosión se mezclaran los neonatos de diferentes nidadas. Revisamos la superficie de cada nido periódicamente para detectar la presencia de hundimientos en la arena que indicaran la proximidad de la emergencia de los neonatos. Si transcurrido el periodo promedio de incubación no emergían los neonatos, esperábamos 72 horas más para inspeccionar las nidadas (Mortimer, 2000).

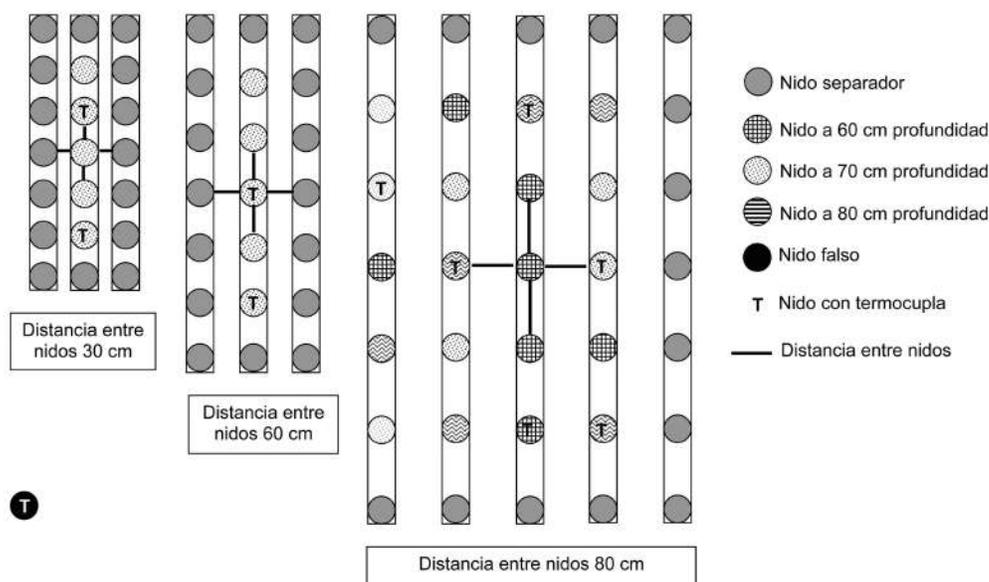


Figura 1. Esquema de la distribución de los nidos en los diferentes tratamientos de profundidad y distancia en un vivero.

Diseño experimental. Establecimos tres tratamientos de profundidad del nido: 60, 70 y 80 cm y tres tratamientos de distancia entre cámaras: 30, 60 y 80 cm. La profundidad 60 cm, la elegimos basándonos en la profundidad promedio de los nidos naturales (63 cm) reportada para esta playa (Higuita, 2000); los demás tratamientos (70 y 80 cm) los elegimos con el fin de buscar profundidades que presentaran menores temperaturas de incubación (Vogt y Flores-Villela, 1986), ya que Higuita (2000) encontró 100% de hembras en nidos incubados a 60 cm de profundidad. Las distancias las elegimos asumiendo que a 80 cm entre nidos no habría un efecto ecológico de la presencia de un nido sobre otro, las otras dos distancias (30 y 60 cm) las establecimos tratando de hallar la menor distancia de siembra que evitara el impacto de una nidada sobre otra, optimizando así el espacio en los viveros. Todos los

nidos en los tratamientos de profundidad fueron sembrados a una distancia entre cada uno de 80 cm, y los nidos del tratamiento de distancia a una profundidad de 70 cm.

Cada nidada trasladada fue asignada a un tratamiento particular, los nidos para los tratamientos de profundidad fueron asignados aleatoriamente, mientras que los de distancia los asignamos sistemáticamente. Los tratamientos del vivero N.º 1 no los consideramos replicas de los del vivero N.º 2, debido a la diferencia temporal en que fueron sembradas las nidadas y a las diferencias físicas del lugar donde fueron construidos los viveros [como el tamaño, color y condiciones de compactación de la arena (Rueda et al., 1992)]. El tamaño muestral (n) por tratamiento en cada vivero se consignó en la tabla 1.

Tabla 1. Número de nidadas por tratamiento. (Los números en negrilla indican los nidos que fueron tenidos en cuenta en ambos tratamientos simultáneamente).

Tratamiento	Profundidad (distancia 80 cm)			Distancia (profundidad 70 cm)		
	60 cm	70 cm	80 cm	30 cm	60 cm	80 cm
Vivero 1	7	7	6	5	5	7
Vivero 2	7	7	6	5	3	7

Cálculos del éxito de eclosión y emergencia.

Para cada nidada evaluamos la supervivencia mediante la estimación del éxito de eclosión ($N.^{\circ}$ de huevos eclosionados/ $N.^{\circ}$ de huevos fértiles x 100) y el éxito de emergencia ($N.^{\circ}$ de neonatos emergentes/ $N.^{\circ}$ de huevos fértiles x 100) (Miller, 2000).

Análisis estadístico de la supervivencia. Realizamos pruebas de análisis de varianza (ANOVA o Kruskal-Wallis) para: **a)** determinar si existían diferencias significativas entre los éxito de eclosión de ambos viveros; **b)** determinar si existían diferencias significativas entre los éxito de emergencia de ambos viveros; **c)** establecer si el éxito de eclosión se veía afectado por la interacción entre el vivero y

los tratamientos de profundidad; **d)** probar si existían diferencias significativas entre los éxitos de eclosión obtenidos en los diferentes tratamientos (evaluamos independientemente profundidad y distancia) y **e)** establecer si existían diferencias significativas entre los éxitos de emergencia obtenidos en los diferentes tratamientos (evaluamos independientemente profundidad y distancia).

Análisis estadístico de la temperatura de incubación. Para todos los análisis utilizamos la temperatura de incubación promedio diaria de 19 nidos, diez en el vivero $N.^{\circ}$ 1 y nueve en el $N.^{\circ}$ 2, teniendo en cuenta, tanto los nidos que eclosionaron, como los que no (tabla 2).

Tabla 2. Temperaturas promedio de incubación y éxitos de eclosión para los dos nidos por tratamiento que presentaban termocupla en cada vivero.

		Profundidad (Distancia 80 cm)						Distancia (Profundidad 70 cm)					
		60 cm		70 cm		80 cm		30 cm		60 cm		80 cm	
Vivero 1	T. promedio del período de incubación (°C)	29,8	30,5	30,1	30,3	29,7	30,2	29,6	29,9	30,0	29,7	30,1	30,3
	Éxito de eclosión	29,8	32,3	0	40,7	4,8	0	6,4	24,0	28,7	0	0	40,7
Vivero 2	T. promedio del período de incubación (°C)	31,5	31,3	30,9	31,5	32,4	31,3	31,6	30,9	30,8		30,9	31,5
	Éxito de eclosión	30,3	0	10,0	20,8	60,9	32,6	94,9	70,9	36,1		10,0	20,8

Realizamos pruebas de análisis de varianza (ANOVA o Kruskal-Wallis) para: **a)** establecer si existían diferencias significativas entre las temperaturas de incubación promedio diaria de los viveros (con el fin de determinar si el vivero tenía un efecto significativo sobre las temperaturas de incubación); **b)** establecer si el promedio diario de la temperaturas de incubación de cada nido se veía afectado por la interacción entre el vivero y los tratamientos de profundidad o los de distancia y; **c)** evaluar si existían diferencias significativas entre las temperaturas promedio diarias de los diferentes tratamientos en cada vivero (evaluamos independientemente profundidad y distan-

cia). Cuando encontramos diferencias significativas realizamos pruebas de comparaciones múltiples de Fisher (LSD, "low significant difference").

RESULTADOS

Supervivencia. Trabajamos con una muestra de 58 nidadas, 30 en el vivero $N.^{\circ}$ 1 y 28 en el vivero $N.^{\circ}$ 2. Los éxitos de eclosión y emergencia fueron 22,15 y 12,91 %, respectivamente para el vivero $N.^{\circ}$ 1. Para el vivero $N.^{\circ}$ 2 fueron de 34,48 y 31,39 %, respectivamente. Encontramos

diferencias significativas entre los éxitos de eclosión ($p = 0,05$, $F = 3,9$, g. l. = 1) y los éxitos de emergencia ($p = 0,0022$, $F = 10,28$, g. l. = 1) entre ambos viveros. Igualmente, la interacción entre los factores vivero y tratamientos de profundidad presentó un efecto significativo sobre el éxito de eclosión ($p = 0,02$, $F = 4,39$, g. l. = 2). En el vivero N.º 1 la profundidad tuvo un efecto significativo sobre el éxito de eclosión ($p = 0,0078$, $F = 6,54$, g. l. = 2), registrándose los valores más altos en los nidos ubicados a una profundidad de 60 cm. En este mismo vivero no encontramos diferencias significativas en los éxitos de eclosión de los tratamientos de distancia ($p = 0,17$, $T = 3,47$, g. l. = 2). En el vivero N.º 2 no encontramos diferencias significativas en los éxitos de eclosión de los tratamientos de profundidad ($p = 0,36$, $F = 1,07$, g. l. = 2), ni en los tratamientos de distancia ($p = 0,3$, $F = 1,35$, g. l. = 2).

El éxito de emergencia en el vivero N.º 2 no presentó diferencias significativas en los tratamientos de profundidad ($p = 0,33$, $T = 2,22$, g. l. = 2), ni en los tratamientos de distancia ($p = 0,24$, $T = 2,89$, g. l. = 2). En el vivero N.º 1 estas pruebas no las realizamos debido a que muy pocos neonatos (12,91%) pudieron emerger naturalmente.

Temperaturas de incubación. Encontramos diferencias significativas en las temperaturas de incubación promedio diaria entre ambos viveros ($p < 0,001$, $F = 18,66$, g. l. = 1). El promedio de temperatura del vivero N.º 1 fue $30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el del vivero N.º 2 fue $31,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Observamos una tendencia ascendente en la temperatura de incubación de los nidos; esta misma tendencia la observamos en los nidos falsos. El vivero N.º 1 presentó un marcado descenso en la temperatura durante un fuerte periodo de lluvias (figura 2).

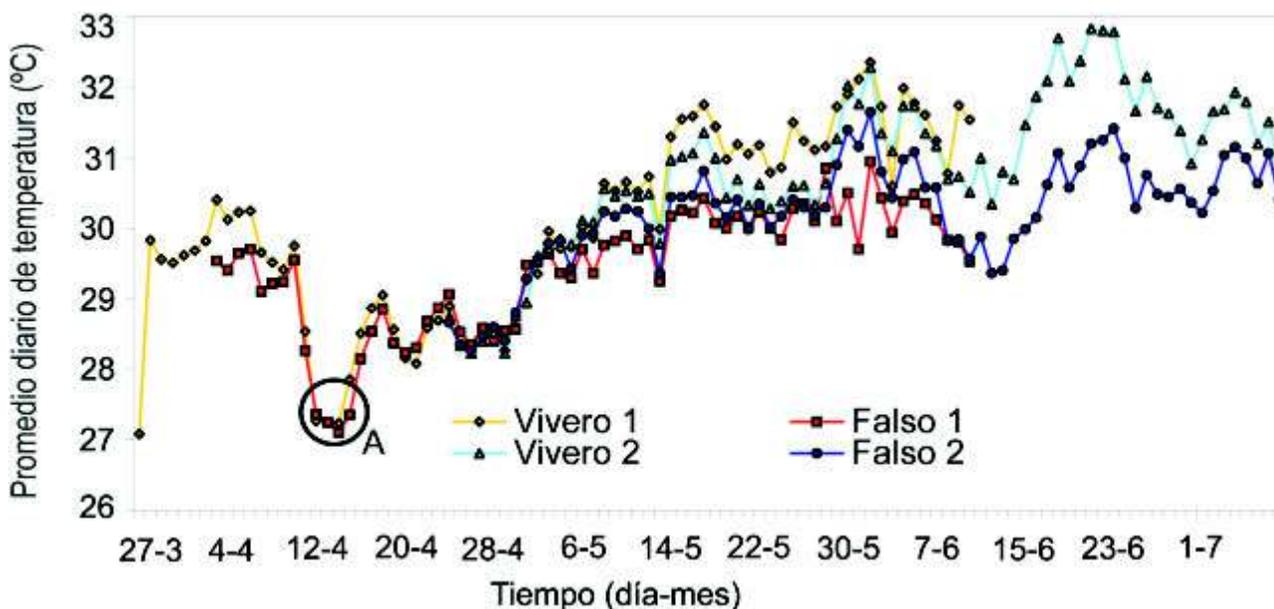


Figura 2. Temperaturas de incubación promedio diarias de los viveros. A. Bajas temperaturas que corresponden a la inundación del vivero por fuertes precipitaciones.

No encontramos una interacción entre los tratamientos de profundidad y el vivero ($p = 0,56$, $F = 0,94$, g. l. = 2), ni entre los tratamientos de distancia y el vivero ($p = 0,4$, $F = 1,08$, g. l. = 2).

No encontramos diferencias significativas entre las temperaturas de incubación promedio diaria de los nidos de los tratamientos de profundidad en el vivero N.º 1 ($p = 0,78$, $F = 0,27$, g. l. = 2), ni en el

vivero N.º 2 ($p = 0,52$, $F = 0,83$, g. l. = 2). Tampoco hallamos diferencias significativas en la temperatura para los tratamientos de distancia en el vivero N.º 1 ($p = 0,19$, $F = 3,05$, g. l. = 2) ni en el vivero N.º 2 ($p = 0,20$, $F = 2,87$, g. l. = 2).

DISCUSIÓN

En esta investigación propusimos medidas alternativas de distancia entre nidos y profundidad de los mismos que permitieran maximizar el espacio en los viveros sin afectar significativamente la supervivencia y la temperatura de incubación de las nidadas trasladadas. Bajo ciertas circunstancias, encontramos evidencias de que la profundidad a la que se siembren los nidos puede afectar el éxito de eclosión de los mismos, siendo la profundidad promedio registrada para esta colonia (60 cm), la que presentó los valores más altos de eclosión. Sin embargo, este patrón no se observa en otras ubicaciones de viveros, en donde sin importar la distancia entre los nidos o la profundidad a la que son sembrados los mismos, tanto la supervivencia como la temperatura de incubación son semejantes. Nuestros resultados indican que estas variables están más afectadas por las condiciones climáticas y el lugar en la playa donde se construya el vivero. Con base en estos resultados sugerimos que los nidos en esta playa sean sembrados a 60cm de profundidad, tratando de imitar las condiciones de los nidos naturales. Esta recomendación es consecuente con lo registrado por Higueta (2000) en La Playona, quien encontró que las temperaturas de incubación de los nidos naturales tampoco variaban significativamente con la profundidad a la que se encontraban los nidos en la playa.

Es interesante que las distancias entre los nidos no hubiesen afectado la supervivencia o la temperatura de incubación en ninguno de los viveros, ya que de acuerdo a los resultados de los estudios realizados por Mortimer (2000), la distancia adecuada para nidos sembrados en viveros es de un metro. Aunque pudiese ser ideal sembrar las nidadas a esta

distancia, en La Playona, es difícil establecer esta distancia, debido a la escasa área disponible para la construcción de los viveros en la zona media de la playa, al alto índice de erosión, a la gran cantidad de madera de deriva acumulada en la playa y al alto costo que implicaría construir varios viveros. El obtener resultados similares de supervivencia y temperaturas de incubación en nidos sembrados a diferentes distancias en La Playona, nos abre la posibilidad de sembrar los nidos a una distancia menor (incluso hasta de 30 cm), lo cual permitiría optimizar el espacio en los viveros, permitiéndonos trasladar un mayor número de nidadas, dado el alto índice de anidación que se presenta en esta playa (300 nidadas durante la temporada de anidación del 2002) y el abrumador porcentaje de mortalidad de los nidos naturales.

Las diferencias obtenidas tanto en el éxito de eclosión y emergencia como en las temperaturas de incubación en los dos viveros podrían explicarse por las diferencias temporales (lluvia/sequía) y espaciales (características de la playa) a las que estuvieron sometidas las nidadas en cada uno. En el vivero N.º 1 iniciamos el traslado de nidos el 22 de marzo (final de la temporada seca) y en el vivero N.º 2 el 17 de abril (inicio de la temporada de lluvias); ambos viveros se construyeron en lugares de la playa con condiciones físicas diferentes (Rueda et al., 1992) debido a dificultades logísticas.

El vivero N.º 1 presentó los éxitos de eclosión y emergencia más bajos, así como la temperatura de incubación promedio diaria más baja. Es probable que la baja supervivencia en este vivero se haya debido a las inundaciones que lo afectaron al inicio de la temporada de anidación, lo que se reflejó en una fuerte caída en la temperatura de incubación durante esta época (figura 2). Se ha encontrado que la supervivencia de los neonatos se ve afectada por cambios en la temperatura (Tucker et al., 1998) y las características propias de la arena como salinidad y tamaño de la partícula (Garmestani et al., 2000). Además, las lluvias podrían alterar condiciones como la humedad relativa, el nivel freático de la playa y el grado de compactación de la arena; que afec-

tan igualmente la supervivencia de las nidadas (Rueda et al., 1992).

Aunque ambos viveros presentaron temperaturas diferentes, en los dos se observa una tendencia ascendente de las temperaturas de incubación a lo largo de la temporada (figura 2), que correspondió con el aumento en la temperatura ambiental de la zona, debido a la transición del invierno al verano. La temperatura de los nidos falsos igualmente presentó esta tendencia, pero estuvo ligeramente por debajo de la temperatura de su respectivo vivero, siendo esto más evidente al final del período de incubación (figura 2). Esta diferencia puede asociarse al calor metabólico producido por los embriones, que es mayor al final del período de incubación (Bustard y Greenham, 1968; Hendrickson, 1958). A partir de estos resultados vemos la importancia de comenzar el traslado de nidadas en esta playa al inicio de la temporada de anidación, a pesar de la baja frecuencia de arribos, ya que durante este período fue donde registramos las temperaturas de incubación más bajas, y podría ser el único momento donde se estarían generando machos en una playa en donde el sexo predominante son las hembras (Higueta, 2000).

A partir de nuestros resultados podemos concluir que, aunque existan técnicas estandarizadas para el manejo y traslado de las nidadas, estas deben ajustarse a cada playa de anidación, dependiendo de sus condiciones particulares, como el espacio disponible para la construcción de los viveros y los recursos económicos y humanos con que se cuenta. Además, pudimos determinar que las características físicas de la playa donde se construya el vivero y las condiciones ambientales imperantes durante el período de incubación, afectan en mayor medida la supervivencia y la temperatura de incubación de los

neonatos, en vez de la profundidad y la distancia entre nidos a la que estos sean sembrados.

Recomendamos realizar un estudio que permita determinar cuales son los factores físicos y químicos de la playa más influyentes en el éxito de eclosión de las nidadas en condiciones naturales, con el fin de construir los viveros en los lugares más apropiados. De igual forma, es importante determinar la temperatura umbral de esta colonia anidante, para estimar las proporciones sexuales producidas en cada temporada de anidación que permitan elucidar patrones poblacionales. Finalmente, es prudente realizar una investigación sobre el desarrollo de las nidadas *in situ*, lo cual permitiría comprender el efecto del traslado de las nidadas a viveros; y realizar una estimación del tamaño de la colonia anidante en La Playona. Todo esto con el fin de determinar el éxito a largo plazo de este programa de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo económico del Instituto Alexander von Humboldt, por medio de su programa Becas para la Conservación de Especies Amenazadas, a Ideawild por la donación de los equipos, a la Fundación Darién, al Área de Manejo Especial del Darién de UAESPNN y a la inmensa colaboración que siempre nos ha prestado el Grupo de Coinvestigadores de La Playona (Jaime, El Mello, Feliciano, David, Berley y Café) el resto de integrantes del grupo para la Conservación de Tortugas Marinas "CHIBIQUI" (Natalia Noreña, María Isabel Soto, Juliana Muñoz y Catalina Luján) y todo el equipo de voluntarios. Además, agradecemos a Gutiérrez, Jhon Jairo Ramírez, Manuela y a todos los habitantes de Playona por su hospitalidad y colaboración en el campo.

REFERENCIAS

- Bell BA, Spotila JR, Paladino FV, Reina RD.** 2003. Low reproductive success of Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation*, 115:131-138.
- Billes A, Fretey J.** 2001. Nest morphology in the leatherback turtle. *Marine Turtle Newsletter*, 92:7-9.
- Bobyn ML, Brooks RJ.** 1994. Interclutch and interpopulation variation in the effects of incubations on sex, survival and growth of hatchling turtles (*Chelydra serpentina*). *Journal Zoological of London*, 233:233-257.
- Boulon RH, Dutton PH, McDonald DL.** 1996. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) on St. Croix, U.S. Virgin Islands: Fifteen years of conservation. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(2):141-147.
- Bustard HR, Greenham PG.** 1968. Physical and chemical factors affecting hatching in the green sea turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology*, 49(2):269-276.
- Castaño-Mora OV.** 2002. *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional. Bogotá, Colombia.
- Ceballos CP.** 2002. *Determinación de la distribución y del estado de conservación de las tortugas marinas en el Caribe Colombiano*. Informe final. INVEMAR, Ministerio del Medio Ambiente. Santa Marta, Colombia.
- Duque VM, Páez. VP, Patiño JA.** 2000. Ecología de anidación y conservación de la tortuga caná, *Dermochelys coriacea*, en La Playona, Golfo de Urabá Chocoano (Colombia), en 1998. *Actualidades Biológicas*, 22(72):37-53.
- Filoramo NI, Janzen FJ.** 2002. An experimental study of the influence of embryonic water availability, body size, and clutch on survivorship of neonatal red-eared sliders, *Trachemys scripta elegans*. *Herpetologica*, 58(1): 67-74.
- Garmestani AS, Percival HF, Portier KM, Rice KG.** 2000. Nest-site selection by the loggerhead sea turtle in florida's ten thousand islands. *Journal of Herpetology*, 34(4):504-510.
- Hendrickson JR.** 1958. The green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linn.), in Malaya and Sarawak. *Proceedings of Zoological Society of London*, 130:455-535.
- Hewavisenthi S, Parmenter CJ.** 2001. Turtle hatcheries in Sri Lanka. *Marine Turtle Newsletter*, 60:19-22.
- Higuita AM.** 2000. Proporciones sexuales neonatales y demografía de la población de Tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) anidante en La Playona, Chocó durante la temporada de 1999. Trabajo de Grado. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Huff JA.** 1994. Guest editorial: coastal urban lighting and conservation of the sea turtles-opposing views from those responsible. *Marine Turtle Newsletter*, 66:10-12.
- Janzen FJ, Morjan CL.** 2002. Repeatability of microenvironment-specific behaviour in a turtle with environmental sex determination. *Animal Behaviour*, 62:73-82.
- Janzen FJ, Paukstis GL.** 1991. Environmental sex determination in reptiles. Ecology, evolution, and experimental design. *The Quarterly Review of Biology*, 66(2):149-179.
- Miller JD.** 2000. Determinación del tamaño de la nidada y el éxito de eclosión. Pp. 143-149. En: Eckert K, Bjornal K, Abreu-Grobois F, Donnelly M (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo especialista en tortugas marinas. Publicación # 4 (Traducción al español).
- Mortimer JA.** 2000. Reducción de las amenazas a los huevos y a las crías: los viveros. Pp. 199-203. En: Eckert K, Bjornal K, Abreu-Grobois F, Donnelly M (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo especialista en tortugas marinas. Publicación # 4 (Traducción al español).
- Packard GC, Miller K, Packard MJ.** 1993. Environmentally induced variation in body size of turtle hatchlings in natural nests. *Oecologia*, 93:445-448.
- Packard GC, Packard MJ, Benigan L.** 1991. Sexual differentiation, growth, and hatching success by embryonic Painted Turtles incubated in wet and dry environments at fluctuating temperatures. *Herpetologica*, 47(1):125-132.
- Packard GC, Packard MJ, Miller K, Boardan TJ.** 1987. Influence of moisture, temperature and substrate

on snapping turtle eggs and embryos. *Ecology*, 68:983-993.

Resetarits W Jr. 1996. Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoology*, 36:205-215.

Richardson JI. 2000. Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción y de la anidación. Pp. 9. En: Eckert K, Bjornal K, Abreu-Grobois F, Donnelly M (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo especialista en tortugas marinas. Publicación # 4 (Traducción al español).

Rueda JV, Ulloa GA, Medrano SA. 1992. Estudio sobre la biología reproductiva, la ecología y el manejo de la tortuga canal *Dermochelys coriacea* en el Golfo de Urabá (Colombia). En: Rueda JV, Sánchez H (eds.). *Contribución al conocimiento de las tortugas marinas de Colombia*. Biblioteca Andrés Posada Arango. Libro 4. Ed. Inderena. Bogotá, Colombia.

Spotila JL, Zimmerman C, Binckley J, Grumbles D, Rostal A, List E, Beyer K, Phillips, Kemp S. 1994. Effects of incubation conditions on sex determination,

hatching success, and growth of hatchling deserts tortoises, *Gopherus agassizii*. *Herpetological Monograph*, 8:103-116.

Steyermark AC, Spotila JR. 2001. Effects of maternal identity and incubation temperature on hatching and hatchling morphology in snapping turtles, *Chelydra serpentina*. *Copeia*, 2001:129-135.

Tucker JK, Filoramo NI, Paukstis GL, Janzen FJ. 1998. Residual yolk in captive and wild-caught hatchlings of the red-eared slider turtle (*Trachemys scripta elegans*). *Copeia*, 1998:488-492.

Whitmore CP, Dutton PH. 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in Leatherback and Green Sea Turtles in Surinam. *Biological Conservation*, 34:251-272.

Vogt RC, Flores-Villela OA. 1986. Determinación del sexo en tortugas por la temperatura de incubación de los huevos. *Ciencia*, 37:21-32.

Yntema CL. 1978. Incubation times for eggs of the turtle *Chelydra serpentina* (Testudine: Chelydridae) at various temperatures. *Herpetologica*, 34:274-277.