

Artículo

Características de las playas de anidación y de los nidos de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) durante la temporada reproductiva 2009, en la isla El Burro, Lago de Valencia, estados Carabobo y Aragua

María Alejandra Nieves Herrera, Mariela Forti Torrens y Mariana Sulbarán

Resumen. *Podocnemis expansa* es una especie de tortuga amenazada en su hábitat natural. La población presente en el Lago de Valencia fue introducida a finales de los años 40, y desde hace varios años se han registrado eventos reproductivos. Aunque constituye una población transferida, posee un alto valor en términos de conservación. Durante la temporada reproductiva del año 2009 (abril-agosto), se ubicaron las playas de anidación en la isla El Burro, se determinó su largo y ancho, y se caracterizaron cualitativamente. A cada nido se le determinó la profundidad total (PT), profundidad de la cámara de huevos (PCH), y la distancia a la orilla. Se tomaron muestras de sustrato (superficie, medio y fondo del nido) para un análisis del perfil granulométrico, empleando la escala de Folk/Wentworth, y se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar diferencias entre las muestras. Las tres playas halladas presentaron dimensiones reducidas y estaban cubiertas con desechos sólidos. Los siete nidos encontrados estuvieron a una distancia promedio de $6,3 \text{ m} \pm 2,3$ de la orilla. La PT y PCH de los nidos presentaron valores inferiores a los reportados para el Orinoco. Conforme al ACP, no existe un patrón de diferenciación en el perfil granulométrico y al parecer las tortugas no mostraron preferencia entre las playas al momento de nidificar.

Palabras clave. Biología reproductiva. Conservación. Especie en peligro. Granulometría. Testudines.

Characteristics of nesting beaches and nests of the arrau turtle (*Podocnemis expansa*) during the 2009 breeding season in El Burro island, Lake Valencia, Carabobo and Aragua states

Abstract. *Podocnemis expansa* is an endangered species throughout its natural environment. The population in the Lake Valencia was introduced in the late 40s, and breeding events have been reported since several years ago. Although it is a transferred population, has a high value in terms of conservation. During the breeding season in 2009 (April-August), nesting beaches were located in El Burro island, measured (length and width), and qualitatively characterized. Total depth (PT), egg chamber depth (PCH) and distance to edge of the beach for each nest found were measured. Substrate samples (surface, middle and bottom of the nest) were taken for granulometric profile analysis using the Folk/Wentworth scale and a Main Component Analysis (ACP) was applied to determine differences among samples. Three beaches were located, which had reduced dimension and solid waste. The nests were at an average distance of $6.3 \text{ m} \pm 2.3$ from de edge beach. The PT and PCH from the seven nests found showed lower values than those reported in the Orinoco river. Under the PCA, there is no pattern of differentiation in the granulometric profile, and apparently the turtles didn't show any preference among nesting beaches.

Key words: Breeding biology. Conservation. Endangered species. Granulometry. Testudines.

Introducción

La tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) es el quelonio fluvial de mayor tamaño en Suramérica (Roze 1964, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Sus poblaciones están distribuidas en los grandes ríos de las cuencas amazónica y orinocense en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela (TCA-SPT 1997). En este último, su área de distribución comprende el medio y bajo Orinoco, incluyendo a sus grandes tributarios (Meta, Cinaruco, Capanaparo, Arauca, Apure y Caura) y de manera reducida se observa en el delta y alto Orinoco (Ojasti 1971). El uso desmedido de la especie ha causado drásticas disminuciones en sus poblaciones, no solo en Venezuela sino también en Brasil, Perú y Bolivia (Alho *et al.* 1979, Smith 1974).

En Venezuela la especie fue declarada “En Peligro de Extinción” en 1996 (Decreto N° 1.486, G.O. N° 36.062 de 11/09/1996) y el Libro Rojo de la Fauna Venezolana la lista bajo la categoría “En Peligro Crítico” (Hernández y Marín 2008). Internacionalmente está catalogada por la UICN como “En Menor Riesgo”, dependiente de conservación (www.redlist.org, consultada el 14 de marzo de 2014), e incluida en el apéndice II de la CITES (www.cites.org, consultada el 14 de marzo de 2014).

La primera introducción de la tortuga arrau en el Lago de Valencia, fue entre los años 1949 y 1953 y estuvo a cargo del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Esta acción fue llevada a cabo con el doble propósito de conservar esta especie cuyas poblaciones ya estaban diezmadas en sus áreas de distribución natural, y de generar una fuente adicional de alimento para el beneficio de los habitantes de la periferia del lago (Vila 1966). Fernández-Yépez (1968), tomando como evidencia la captura de individuos adultos en el lago en años posteriores a las introducciones, consideró exitosa la labor y decidió liderar otro evento de “siembra” en diferentes lagos, con especial interés en el Lago de Valencia, en donde fueron introducidos otros 8000 tortuguillos provenientes del Orinoco.

Treinta años después, Bisbal (1998) evidenció la reproducción de la tortuga arrau en el lago al observar a un ejemplar juvenil y nidos con restos de huevos a orillas de este cuerpo de agua, en la Hacienda Macapo. Durante los años 2001 y 2002 se realizó una evaluación preliminar del estatus poblacional de la arrau en el lago, con la cual se constató la ocurrencia de eventos reproductivos en la isla El Burro (Sulbarán 2003).

La cuenca del Lago de Valencia es la única cuenca endorreica natural del país (MARNR-INPARQUES-INOS 1976). Durante la década de 1990–2000 se observó un marcado deterioro de la calidad del agua por ser receptor de agua residuales domésticas e industriales, y de productos de la actividad agrícola como fertilizantes y plaguicidas. Esto ha provocado hipereutroficación, disminución de oxígeno disuelto en las zonas profundas, aumento de nutrientes, materia orgánica y crecimiento excesivo de algas (MARNR-JICA 2001), creando una situación no deseada en cuanto a los recursos naturales agua, suelo, vegetación y fauna (MARNR-INPARQUES-INOS 1976).

Existen numerosas investigaciones sobre la tortuga arrau, principalmente con respecto a su biología, abundancia, ecología reproductiva y dinámica poblacional, todas dentro de su ámbito de distribución natural. Aunque la población dentro del Lago de Valencia constituye una población transferida, la misma posee un alto valor en términos de conservación al representar una fuente de reproductores para programas de conservación y cría *ex-situ*. Por ello la necesidad de evaluar algunos aspectos de su reproducción en el lago, como las características de las playas de desove y los nidos, a fin de determinar la viabilidad de incorporar dicha población a programas de conservación, ya que si bien el lago es un lugar deteriorado ambientalmente, parece ofrecer, al menos, las condiciones mínimas necesarias para la reproducción de la especie. Por otro lado, no se descarta la posibilidad de que al tratarse de una especie en peligro de extinción, los resultados de esta investigación sirvan de argumento para el desarrollo de proyectos de saneamiento y conservación de la cuenca del Lago de Valencia.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó cabo en tres playas de la isla El Burro ($10^{\circ}16'44''$ N– $67^{\circ}73'11''$ O), la cual es una de varias islas presentes en el Lago de Valencia, donde ya se ha reportado la ocurrencia de desoves de tortugas arrau (Sulbarán 2003). Las playas evaluadas (P1, P2 y P3) se ubican hacia el noroeste (P1), oeste (P2) y suroeste (P3) de la isla (Figura 1).

El Lago de Valencia cuenta con un área de 375 km^2 , un volumen aproximado de 8250 millones de m^3 y se encuentra a una altitud de 408,1 m s.n.m. La temperatura media en el área plana de la cuenca está comprendida entre $24,5\text{--}27^{\circ} \text{C}$, con una temperatura máxima de $33,4^{\circ} \text{C}$ al final de la sequía, y una precipitación anual de 900–2000 mm. El período de mayor evaporación va de febrero a mayo; la temporada de sequía comprende los meses de noviembre a abril y la de lluvia de mayo a octubre (MARN-JICA 2001).

Durante un análisis realizado entre los años 1997 y 2000, todos los tributarios presentaron densidades altas de coliformes totales y fecales, además de fenoles, metales y plaguicidas, aunque estos últimos por debajo del límite exigido en el Decreto N° 3219 (G.O. N° 5.305 del 01/02/1999) (MARN-JICA 2001).

Entre los años 1995 y 2000 ha existido un aumento progresivo del nivel del agua en el lago, a razón de $0,40 \text{ m/año}$, debido al trasvase de agua de la cuenca del río Pao para abastecimiento de agua potable, y por el desvío del río Cabriales hacia el lago con el fin de preservar la calidad de agua del embalse Pao Cachinche. La profundidad máxima del lago es de 40 m, mientras que la profundidad media corresponde a 20 m (MARN-JICA 2001).

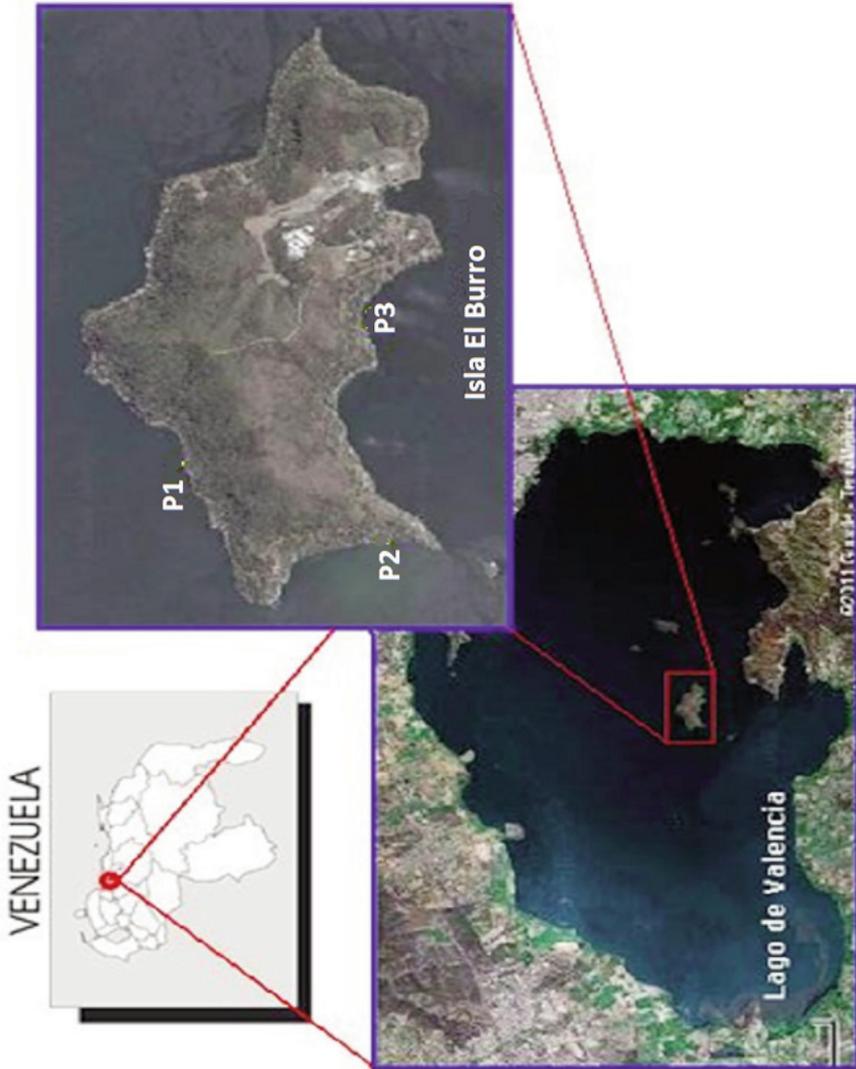


Figura 1: Área de estudio (imagen obtenida de Google Earth 2005).

Identificación de las playas de desove

Se realizó una salida exploratoria en el mes de enero de 2009, con el fin de verificar las playas de desove reportadas por Sulbarán (2003), además de verificar la presencia de alguna otra playa adicional. Se determinó el largo y ancho de las playas con una cinta métrica de 50 m. El ancho se obtuvo como un promedio de las medidas tomadas en cuatro puntos equidistantes a lo largo de cada playa. También, de manera cualitativa fueron caracterizadas las playas en cuanto a su fisonomía, la presencia de vegetación y de desechos sólidos.

Considerando la temporada reproductiva de la tortuga arrau en el sitio (Sulbarán 2003), se realizaron 15 visitas a la localidad entre el 18 de marzo y el 3 de agosto de 2009, con una frecuencia de entre una y dos semanas, para hacer seguimiento de los nidos.

Características de los nidos

Durante cada visita a las playas de desove, se efectuaron recorridos en busca de rastros de tortugas y nidos, los cuales eran ubicados con la ayuda de una vara metálica que permitía identificar la posición aproximada de la cámara de huevos, siguiendo la metodología previamente propuesta por otros autores (Carvajal 1992, Marín 2001).

A cada nido encontrado se le determinó la profundidad total (PT), profundidad de la cámara de huevos (PCH), y distancia a la orilla. Además se tomaron muestras de sustrato, de la superficie, el medio (± 27 cm de profundidad) y el fondo de la cámara de huevos, colocando cada muestra dentro de bolsas herméticas previamente identificadas. Estas muestras fueron sometidas a un análisis del perfil granulométrico utilizando tamices (marca Fisher Scientific, modelo ASTM E–11), y clasificadas según la escala de Folk/Wentworth (Folk 1974) (Tabla 1). Con el fin de determinar diferencias en el tamaño de grano de arena entre los nidos y entre los estratos de los nidos, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP).

Tabla 1. Fracción granulométrica para el análisis de las muestras de suelo colectada de los nidos de *Podocnemis. expansa* (escala de Folk/Wentworth).

Fración	Guijarro	Grava	Muy grueso	Grueso	Intermedio	Fino	Muy fino	Barro
Dimensión n (mm)	>4	4–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,125	0,125–0,065	0,065

Resultados

Descripción de las playas de nidificación

Las tres playas encontradas presentaron poca superficie disponible para el desove de las tortugas, debido a que eran playas con reducidas dimensiones.

En la Tabla 2 se pueden observar las dimensiones de las playas para el día 08 de marzo de 2009. La más larga fue P1, seguida de P3 y P2. En cuanto al ancho promedio de las playas, resultó ser mayor P2, seguida de P1 y P3.

Tabla 2. Dimensiones de las playas de desove.

Playa	Largo (m)	Promedio de Ancho \pm
		D. E. (m)
P1	196	3,8 \pm 1,3
P2	102,1	5,4 \pm 2,3
P3	156,8	3,6 \pm 0,3

En todas las playas se observaron desechos sólidos de distintos tamaños (objetos plásticos, calzados, escombros, entre otros). La vegetación estuvo conformada por plantas rastreras, que formaban parches, y por pocos arbustos. En P3 predominaron los arbustos pequeños y en P2 se observó bora (*Eichhornia crassipes*), también presente en P1, al parecer arrastrada por el agua (Figura 2).

El margen superior de P1 estaba limitado por un barranco alto, semejante a un muro, del cual se desprendía arena y formaba montículos arenosos sobre los que se hallaron los nidos. La P2 también estaba limitada por un barranco, el cual resultó de acentuada inclinación y cubierto por una vegetación densa. A diferencia de las primeras playas, P3 no presentó ese tipo de formación, pero a pocos metros de la orilla poseía una línea boscosa cubierta por árboles de gran porte, arbustos y vegetación seca. En esta playa se observó un “descansadero” de zamuros (*Coragyps atratus*), donde había de 20 a 30 de estas aves, aproximadamente. El posible acceso a esta sección de la playa por parte de las tortugas estaba obstruido con ramas, troncos y basura (Figura 2).

Al tacto la arena era compacta, pesada y su humedad se veía influenciada por el nivel freático del suelo. Como parte del sustrato, se notó una elevada cantidad de conchas de caracoles de aproximadamente 1 cm de longitud, particularmente hacia el extremo de P2. Por otra parte, en esta playa, al escarbar los nidos se apreciaba un olor fétido proveniente del sustrato.

Características de los nidos

En la Tabla 3 se puede observar que la profundidad total y de la cámara de huevos resultaron ser, en promedio para los siete nidos encontrados, de 54,4 cm (\pm 4,4 cm) y 22,9 cm (\pm 6,7 cm) respectivamente, con profundidades máximas y mínimas de 60 cm y 46 cm, y de 35 cm y 16 cm respectivamente. La distancia promedio de los nidos a la orilla fue de 6,3 m (\pm 2,3 m), siendo la distancia mayor de 10 m y la menor de 4,2 m. Estas distancias no fueron tomadas de manera totalmente horizontal ya que en el caso de P1 los nidos se ubicaron a una altura de entre 1 m y 2,5 m sobre el nivel del agua en montículos arenosos formados a aproximadamente 5 m de la orilla, mientras que los nidos en P2 y P3 estuvieron ubicados a menos de 50 cm sobre el nivel del agua.

Tabla 3. Variables físicas de los nidos. PT: Profundidad total del nido. PCH: Profundidad de la cámara de huevos. DE: Desviación estándar.

Nido	PT (cm)	PCH (cm)	Distancia a la orilla (m)
P1N1	55	16	8
P1N2	58	21	8,6
P1N3	51	30	10
P2N1	57	19	4,8
P2N2	54	23	4,3
P2N3	46	16	4,2
P3N1	60	35	4,4
Promedio ± DE	54,4 ± 4,4	22,9 ± 6,7	6,3 ± 2,3

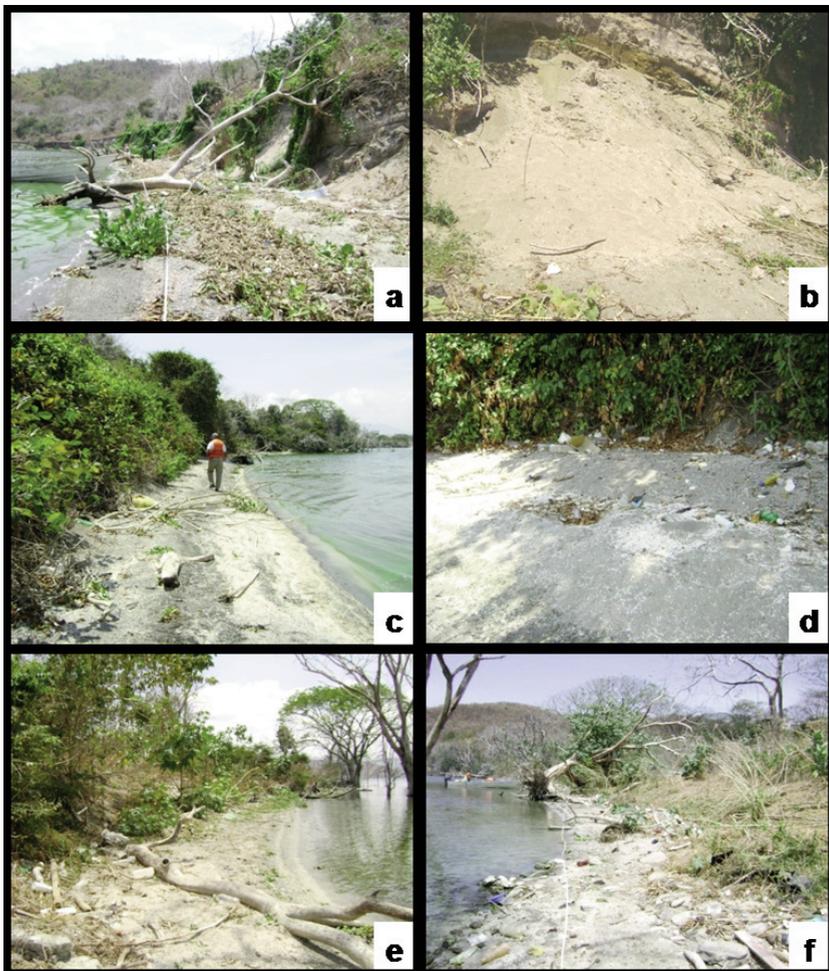


Figura 2: Playas de desove ubicadas en la isla El Burro: a-b) Playa 1; c-d) Playa 2; e-f) Playa 3.

Análisis granulométrico del sustrato

En la Figura 3, se muestra el resultado del ACP realizado (con un 91,68 % de la varianza explicada para los primeros tres componentes), observándose que no existe un patrón que pueda indicar la similitud entre los mismos estratos de los distintos nidos. Nueve muestras de sustrato (dos de superficie, tres de medio y cuatro de fondo), están conformadas en gran parte por arenas con granos de tamaño grande entre 2, 1,41, 1, 0,71 y 0,5 mm (lado izquierdo de la gráfica), mientras que ocho muestras (tres de superficie, cuatro de medio y dos de fondo) están conformadas en gran parte por arenas con granos de tamaño pequeño entre 0,125, 0,088 y 0,064 mm (lado derecho de la gráfica). El tamaño de grano de 0,25 mm resultó ser solo importante o representativo de la muestra de sustrato superficial del nido P2N1.

De manera general se observa que el sustrato de P1 está conformado por arena con granos de tamaño pequeño, mientras P2 está conformada por arena con granos de tamaño grande (Tabla 4). Para este análisis no fue tomado en cuenta el nido P3N1, ya que fue determinado como un caso atípico puesto que solo la superficie correspondía a arena mientras que el medio y fondo del nido estaba constituido fundamentalmente por conchas de caracoles.

Discusión

Características de las playas de nidificación

Sulbarán (2003) reporta para el 2002 la presencia de dos playas de desove en la isla El Burro, mientras en este estudio se identificaron tres playas, de las cuales dos corresponden a las estudiadas anteriormente (P2 y P3). Las tres playas de desove poseen dimensiones significativamente inferiores a las playas de nidificación dentro de las áreas de la distribución natural de la tortuga arrau (Paolillo 1982, MARN 2001).

Para el año 2002 se reportó el doble de nidos (30, de los cuales unos pocos fueron abiertos para verificar la presencia de la nidada, y de ellos algunos fueron nidos falsos [Sulbarán 2003]), que para el 2009 (15, de los cuales siete fueron nidos efectivos y ocho fueron nidos falsos). Al comparar la cantidad de nidos es importante tomar en cuenta que las playas han sufrido muchas modificaciones en su fisonomía, lo cual es evidente al cotejar la situación actual con el registro fotográfico del año 2002. Por ejemplo, se observó en el caso de P3 que la superficie disponible para el desove ha disminuido notablemente debido a la gran cantidad de troncos que dificultan el paso de las tortugas hacia una zona más interna donde Sulbarán (2003) encontró varios nidos.

Otro aspecto de gran importancia a mencionar en cuanto a la reducción de la superficie de las playas, es la cota del lago durante las temporadas reproductivas de 2002 y 2009. En el 2002, la cota mínima alcanzada en el mes de mayo fue de 407,7 mientras que en el 2009 el máximo descenso del nivel del lago fue en el mes de julio, alcanzado una cota de 409,8 (Anexo 1). En general, los valores de la cota a lo largo del año 2009 están todos por encima de los registrados para el año 2002. En el año 2003 se alcanzó el mínimo nivel del lago con una cota de 407,8, a partir del cual comenzó a

augmentar hasta estabilizarse en el año 2008–2009 con un valor de 410,2 (Anexo 2). Se ha reportado para otras localidades de distribución natural de la especie, que durante años en los que el descenso de las aguas es anormal y las playas de desove no afloran, *Podocnemis expansa* desova en orillas gredosas (Foote 1978, FPR 1988) o suelta los huevos en el agua (Valle *et al.* 1973).

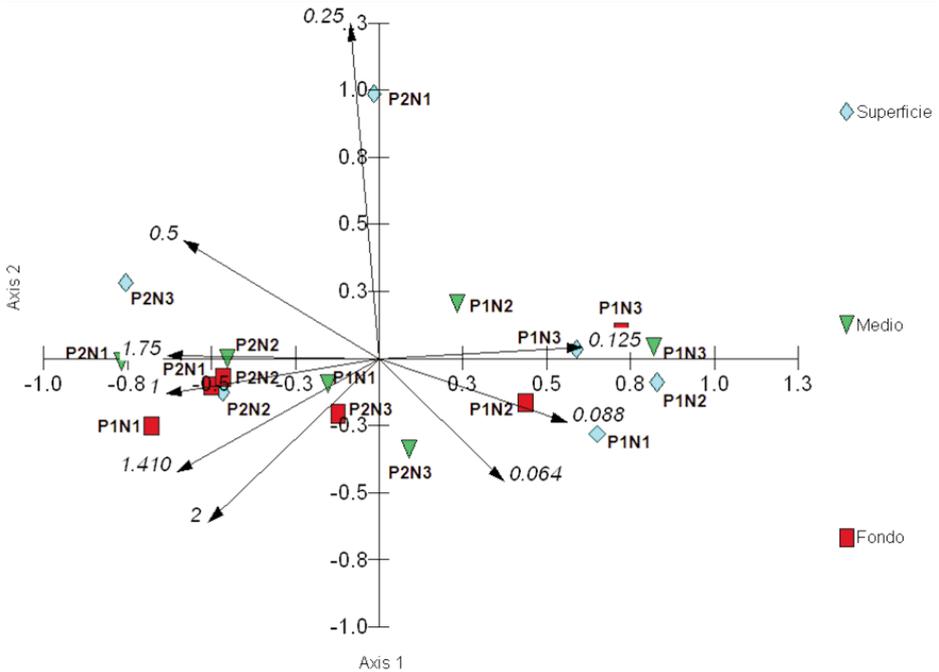


Figura 3: Gráfica del Análisis de Componentes Principales respecto a la granulometría de arena.

Tabla 4. Tamaño del grano de arena en las muestras de sustrato (escala de Folk/Wentworth).

Nido/Muestra	Superficie	Medio	Fondo
P1N1	Fino	Muy Grueso-Fino	Muy Grueso-Fino
P1N2	Muy Fino-Fino	Fino-Muy Fino	Muy Fino-Fino
P1N3	Muy Fino-Fino	Muy Fino-Fino	Muy Fino-Fino
P2N1	Fino	Muy Grueso-Fino	Muy Grueso-Fino
P2N2	Muy Grueso-Fino	Fino-Muy Grueso	Fino-Muy Grueso
P2N3	Fino	Muy Fino-Muy Grueso	Muy Grueso-Fino
P3N1	Fino	-	-

Sobre la presencia de nidos falsos se ha reportado una incidencia de 9,7 % en playas del Orinoco medio en Venezuela (Rojas-Runjaic y Marín 2007) y hasta un 50 % en algunos sectores de las playas en la misma localidad (MARN 2000). En ambos casos se desconocen las causas de tales eventos que podrían estar asociadas a múltiples factores, como estrategias antidepredación, perturbaciones, sustrato inadecuado, entre otras (Rojas-Runjaic y Marín 2007), que también podrían suponerse como posibles causas para el 53,3 % de nidos falsos hallados durante este estudio.

Ubicación de los nidos

Paolillo (1982) menciona que *Podocnemis expansa* exhibe una marcada preferencia por construir sus nidos en las zonas más elevadas de las playas, para lo que recorren largas distancias. Se ha reportado que los nidos de tortuga arrau se ubican a distancias inferiores de 20 m de la orilla en las playas de Pacaya-Samiria (Perú) (TCA-SPT 1997), hasta 600 m playa adentro en el Orinoco medio (Paolillo 1982), aunque por lo general se ubican a 200 m de la orilla (Ojasti 1971). En la isla El burro la distancia promedio entre la orilla de las playas y los nidos fue inferior a las anteriormente mencionadas, por lo que eran playas que no ofrecían mayor superficie disponible para el desove. Por otro lado, en el Caquetá se han observado nidos entre 0,5 m y 5 m de la orilla o hasta 11 m de la misma, siendo estas últimas reportadas en playas con barranco alto (Von Hildebrand *et al.* 1997), similar a las encontradas en el área de estudio, especialmente en P1.

En cuanto a la altura de los nidos sobre el nivel del agua, en el Caquetá (Von Hildebrand *et al.* 1997) las tortugas desovan en la parte más alta de la playa, entre 1 m y 1,5 m, mientras que en la REBIO desovan en zonas de las playas a 4 m de altura (Pantoja 2007) y en isla Playita (Orinoco medio), en la temporada reproductiva 2000–2001, hubo una mayor cantidad de nidos en el extremo de la playa con bancos de arena irregulares y superiores a los 5 m de altura. Von Hildebrand *et al.* (1997) mencionan que la tendencia a anidar en zonas elevadas evitaría los sustratos muy húmedos. En ese sentido, P2 y P3 no ofrecían lugares elevados para el desove, de manera que el nivel freático afectó los nidos (se evidenció una humedad elevada, e incluso se observó el fondo acuoso en un nido en P2).

Los barrancos en P1 y P2 (lado izquierdo) hacen estas playas inapropiadas para el desove puesto que exponen a las tortugas a caídas, con lo cual pueden quedar volteadas y morir por insolación. Durante nuestro estudio dos tortugas adultas (mayores a 50 cm de largo de caparazón) fueron halladas muertas (una en cada playa) aparentemente por esta causa. Ojasti (1971) reporta situaciones similares para el Orinoco medio.

Dimensiones de los nidos

Para las diferentes áreas dentro de la distribución natural de la especie se han reportado valores promedio de la profundidad total y de la cámara de huevos, resultando ser mayor la PT en el Orinoco (PT: 75–85 cm, PCH: 25 cm [Ojasti 1971])

y en el Trombetas (PT: 64 cm, PCH: 18 cm [Alho y Padua 1982]), en comparación con las reportadas para el Caquetá (PT: 45,3 cm, PCH: 25,1 cm [Von Hildebrand *et. al.* 1997]) y el Pacaya (PT: 43 cm, PCH: 23 cm [Soini y Soini 1986]). De acuerdo a TCA-SPT (1997), estas diferencias podrían deberse a que las playas de desove del Orinoco y el Trombetas poseen una capa de arena más profunda que en el Caquetá y Pacaya. Los promedios de la PT obtenidos durante este estudio se encuentran entre los dos grupos anteriormente mencionados, y en este caso podría pensarse que dada la influencia del nivel freático, las tortugas habrían evitado el exceso de humedad al excavar nidos de menor profundidad, como fue particularmente notado en los nidos en P2. Por otro lado y de manera general, la PCH resultó ser inferior en comparación con los valores anteriormente mencionados.

Composición granulométrica del sustrato

El ACP para la prueba granulométrica reveló que no existe un patrón de diferenciación entre los estratos de los nidos, es decir, que la distribución del tamaño de los granos es independiente de su ubicación en el perfil y al parecer las tortugas no tuvieron preferencia por las playas al momento de anidar, ya que no se encontró similitud en la composición granulométrica de la arena de las playas. La homogeneidad en el perfil granulométrico podría ser consecuencia de la remoción de la arena efectuada por la tortuga cuando construye el nido, tal y como mencionan Ferreira y Castro (2003, 2006). Estos autores también afirman que el tamaño del grano del sustrato afecta el tiempo de incubación de los huevos.

Conclusiones

Se hallaron tres playas de desove en la isla El Burro, dos de ellas coincidieron con las reportadas por Sulbarán (2003). En las tres playas de desove se determinó la presencia de la mitad de la cantidad de nidos reportados por Sulbarán (2003), pudiéndose pensar que entre una de las posibles causas para tal diferencia sea la reducción del área disponible para el desove.

Las playas de desove en isla El Burro parecen ser poco aptas para el desove de las tortugas, puesto que sus dimensiones son bastante reducidas, el acceso a las mismas es difícil en algunos casos y el área con sustrato adecuado para la nidificación es escasa.

La profundidad total de los nidos y profundidad de la cámara de huevos en la isla El Burro son inferiores a las reportadas para el Orinoco, pudiendo deberse a la evasión de sustratos con exceso de humedad por parte de las tortugas

Los nidos se encontraron tanto en lugares con tamaño de grano grande de arena como en lugares con tamaño de grano fino, por lo que aparentemente dentro del área de estudio esta variable no estaría influyendo en la selección del sitio de nidificación.

Agradecimientos. Los autores expresan su agradecimiento al Departamento de Biología de FACYT-UC; especialmente a Mario Palacios por sus recomendaciones en análisis de datos; a los colaboradores de la Base Militar Sucre, especialmente a Julio Rosales por brindarnos la logística de acceso a la isla El Burro a través del apostadero naval. A William Veliz y Valeriano Requena por trasladarnos en sus lanchas, a Alejandro Valles (Dirección Estatal Ambiental Aragua) por brindarnos información sobre el lago de Valencia. También agradecen al editor por sus valiosas observaciones, y a todos los que hicieron posible este estudio.

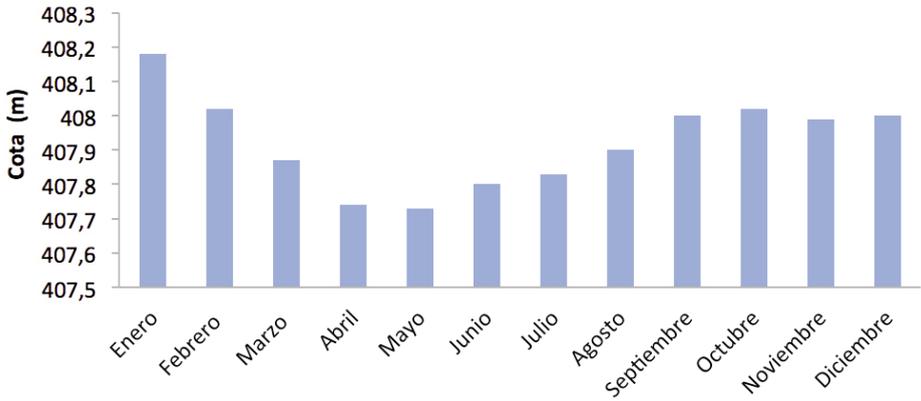
Bibliografía.

- ALHO, C. J., y L. F. PÁDUA. 1982. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 60(1): 97–103.
- ALHO, C. J., A. G. CARVALHO Y L. F. PÁDUA. 1979. Ecología da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo na Reserva Biológica do Trombetas. *Brasil Florestal* 9(38): 29–47.
- BISBAL, F. 1998. Inventario de la fauna del Lago de Valencia, estados Aragua y Carabobo, Venezuela. PROFAUNA – FUNDACITE, Aragua.
- CARVAJAL, L. 1992. Evaluación de la viabilidad en huevos de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en una playa del río Orinoco medio, estado Apure. Trabajo Especial de Pasantía. Tecnología de Conservación de los Recursos Naturales Renovables. Instituto Universitario de Tecnología de Yaracuy, San Felipe. 110 pp.
- FERREIRA P. Y P. CASTRO. 2003. Geological control of *Podocnemis expansa* y *Podocnemis unifilis* nesting areas in rio Javaés, Bananal island, Brazil. *Acta Amazonica* 33(3): 445–468.
- FERREIRA P. Y P. CASTRO. 2006. Geological characteristics of the nesting areas of the Giant Amazon River Turtle (*Podocnemis expansa*) in the Crixás-Açu river in Goiás state, Brazil. *Acta Amazonica* 36(2): 249–258.
- FERNÁNDEZ-YÉPEZ, A. 1968. La tortuga arrau. *El Lago* 10: 148–151.
- FOOTE, R. W. 1978. Nesting of *Podocnemis unifilis* (Testudines: Pelomedusidae) in the Colombian Amazon. *Herpetologica* 34: 333–339.
- FOLK, R. L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publication, Austin, USA. 182 pp.
- FPR (FUNDACION PUERTO RASTROJO). 1988. Biología y conservación de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el río Caquetá, Amazonas, Colombia. Fundación Puerto Rastrojo, Bogotá. 54 pp.
- HERNÁNDEZ, O. Y E. MARÍN. 2008. Tortuga Arrau, *Podocnemis expansa*. Pp. 172. En: J. P. Rodríguez y F. Rojas-Suárez (Eds), Libro Rojo de la Fauna Silvestre Venezolana. Provita y Shell Venezuela, S. A. 2da edición Caracas, Venezuela.
- MARIN, E. 2001. Métodos de campo para la conservación “in situ” de la tortuga arrau, temporada reproductiva 2000–2001. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Caracas, Venezuela. 18 pp.
- MARN. 2001. Informe de la temporada reproductiva 2000–2001 de la *Podocnemis expansa* en el Refugio de Fauna Silvestre y Zona Protectora de la Tortuga Arrau. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Caracas, Venezuela. 22 pp.
- MARNR-INPARQUES-INOS. 1976. Programa de saneamiento integral de la cuenca del Lago de Valencia. Ediciones Fundación Educación Ambiental. MARNR. Caracas-Venezuela.
- MARN-JICA. 2001. Estudio integral de los tributarios de la cuenca del Lago de Valencia (1997–2000). Convenio MARN-JICA. Maracay, Venezuela.
- OJASTI, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco. *Defensa de la Naturaleza* (2): 3–9.

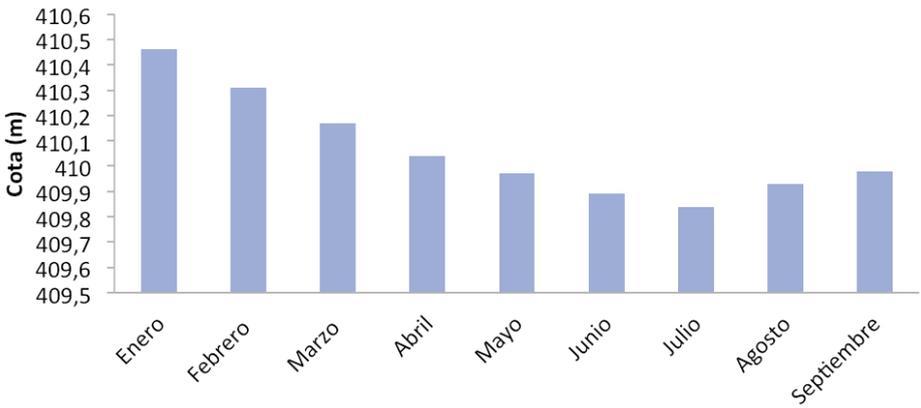
- PANTOJA J. 2007. Aspectos da ecología reproductiva de *Podocnemis expansa*, *Podocnemis sextuberculata* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Abufari, Amazonas, Brasil. Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 87 pp.
- PAOLILLO, A. 1982. Algunos aspectos de la biología reproductiva de la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en las playas del Orinoco medio. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 131 pp.
- ROJAS-RUNJAIC, F. J. M., Y E., MARÍN. 2007. Sobre la presencia de nidos falsos de tortuga arrau (Testudines: Podocnemidae: *Podocnemis expansa*) en playas del río Orinoco medio (Venezuela), y determinación de la ocurrencia del desove mediante características de las huellas. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 165: 131–136.
- ROZE, J. 1964. Pilgrim of the river life cycle of the Orinoco turtle has many unusual features. *Natural History* 73: 34–41.
- RUEDA-ALMONACID, J. V., J. L. CARR, R. A. MITTERMEIER, J. V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, R. B. MAST, R. C. VOGT, A. G. J. RHODIN, J. DE LA OSSA-VELÁSQUEZ., J. N. RUEDA Y C. G. MITTERMEIER. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana. Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538 pp.
- SMITH, N. 1974. Destructive exploitation of the South American River Turtle. *Association of Pacific Coast Geographers* 36: 85–101.
- SULBARÁN, M. 2003. Evaluación preliminar de la población de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en el Lago de Valencia, estados Aragua y Carabobo. Serie Informes Técnicos ONDB/IT/419. FUNDACITE Aragua. 47 pp.
- TCA-SPT (TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA-SECRETARÍA PRO TEMPORE). 1997. Biología y manejo de la tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae). Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore. Caracas, Venezuela. 54 pp.
- VALLE, R. C., J. ALFINITO Y M. M. F. DA SILVA. 1973. Contribuição ao estudo da tartaruga amazônica. Pp. 66–88. *En: Preservação da Tartaruga Amazônica*. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Ministério da Agricultura, Pará.
- VILA, M. 1966. Aspectos geográficos del estado Carabobo. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas-Venezuela.
- VON HILDEBRAND, P., N. BERMÚDEZ Y M. C. PEÑUELA. 1997. La tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el río Caquetá, Amazonas, Colombia. Aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo. Disloque Editores, 1ra edición. Santafé de Bogotá, D. C. Colombia. 152 pp.

Anexo I. Cota mensual del Lago de Valencia en los años 2002 y 2009.

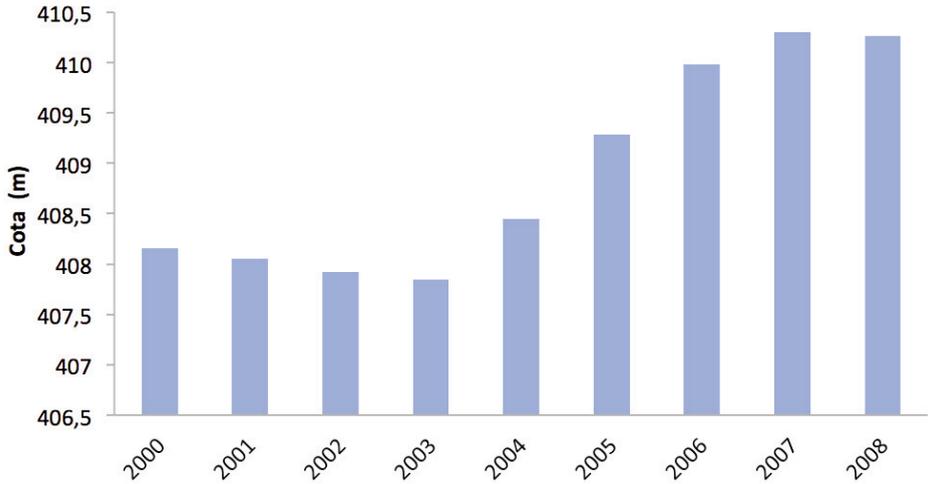
Año 2002



Año 2009



Anexo 2. Cota anual del Lago de Valencia entre los años 2000 y 2008.



Recibido: 15 abril 2014

Aceptado: 07 agosto 2014

Publicado en línea: 14 diciembre 2015

María Alejandra Nieves Herrera¹, Mariela Forti Torrens² y Mariana Sulbarán³

¹ Centro de Formación Carabobo. Av. Universidad, Edificio INFORM@, No. 192–50. Valencia, Venezuela. marialenh@gmail.com

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Tecnología (FACYT). Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. mforti@uc.edu.com.

³ Montaña Fresca. Av. principal. Sector Los Laureles, casa “L” 177. Maracay, Venezuela. marianazulbax@gmail.com

