

## Artículo

### Características de las nidadas y neonatos de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en la isla El Burro, Lago de Valencia, estados Carabobo y Aragua, Venezuela

María Alejandra Nieves Herrera, Mariela Forti Torrens y Mariana Sulbarán

**Resumen.** *Podocnemis expansa*, actualmente categorizada como especie en peligro de extinción, fue introducida en los años 1949, 1953 y 1968 por el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) en el Lago de Valencia, donde ha estado reproduciéndose. Con la finalidad de caracterizar las nidadas y tortuguillos de *P. expansa* en la isla El Burro del Lago de Valencia, durante la temporada reproductiva del año 2009, se identificaron los nidos puestos en los meses de desove (abril y mayo), a los cuales se les determinó la cantidad de huevos viables y no viables. Durante los meses de eclosión (julio y agosto) se determinaron las dimensiones corporales de los tortuguillos, el éxito de eclosión (EE) y el porcentaje de tortuguillos deformes. En tres playas de desove se encontraron siete nidos, con un promedio de 97,3 ( $\pm 15,9$ ) huevos por nidada, siendo la cantidad de huevos no viables superior a la cantidad de huevos viables (23,5 % descartados al inicio y el 79,8 % de los restantes no eclosionó). Se reportó un bajo EE, siendo en promedio 21,3 % ( $\pm 26,2$  %). Además la cantidad de tortuguillos vivos deformes representó un 63,6 %. El tiempo de incubación fue aproximadamente de 60 días.

**Palabras clave.** Éxito de eclosión. Podocnemididae. Reproducción. Tortuga arrau.

Characteristics of the clutches and hatchlings of Arrau Turtle (*Podocnemis expansa*) at the El Burro island, Lake Valencia, Carabobo and Aragua states, Venezuela

**Abstract.** *Podocnemis expansa*, currently classified as an endangered species, was introduced in the Lake Valencia, among the years 1949, 1953, and 1968, by the Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), and it has been breeding ever since. In order to characterize the clutches and hatchlings of *P. expansa* in El Burro island (Lake Valencia), during the reproductive season of 2009, the nests laid during the nesting months (April and May) were identified. Of each nest, the number of both viable and nonviable eggs was determined. During the hatching (July and August), hatching success (EE), body size of hatchlings and percentage of deformed hatchlings were also determined. In three of nesting beaches, seven nesting events were recorded, with an average of 97.3 ( $\pm 15.9$ ) eggs per clutch, being the percentage of nonviable eggs higher than the percentage of viable ones (23.5 % were dismissed and 79.8 %, of the remaining, did not hatch). The EE was low, resulting on an average of 21.3 % ( $\pm 26.2$  %), and the rate of deformed hatchlings was 63.6 %. The incubation period was approximately 60 days.

**Key words.** Hatching success. Podocnemididae. Reproduction. Arrau Turtle.

## Introducción

*Podocnemis expansa* es la especie de quelonio fluvial de mayor tamaño en Suramérica (Roze 1964, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Habita ríos, lagos, pantanos,

llanos y bosques inundados de las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Esequibo (TCA-SPT 1997). En Venezuela es relativamente común en el medio y bajo Orinoco, y en los grandes tributarios llaneros (Meta, Cinaruco, Capanaparo, Arauca y Apure). Su distribución en el país también se extiende hasta el Delta y alto Orinoco (Ojasti 1971).

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). A nivel internacional está catalogada por la UICN como una especie de Menor Riesgo, dependiente de conservación ([www.redlist.org](http://www.redlist.org), consultada el 14 de marzo de 2014). Además está incluida en el apéndice II de CITES ([www.cites.org](http://www.cites.org), consultada el 14 de marzo de 2014).

Con el objetivo de conservar la especie fuertemente diezmada en sus áreas originarias y para beneficio de los habitantes de la periferia del Lago de Valencia, la especie fue introducida en este cuerpo de agua por el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) entre los años 1949 y 1953 (Vila 1966). Adicionalmente, en 1968 se introdujeron otros 8000 tortuguillos provenientes de las playas de anidación del Orinoco medio (Fernández-Yépez 1968). Bisbal (1998) reporta por primera vez la ocurrencia de eventos reproductivos de esta especie en el Lago de Valencia, con base en hallazgos de un ejemplar juvenil y de varios nidos con restos de huevos en la hacienda Macapo, a orillas del lago. Entre los años 2001 y 2002 se llevó a cabo el primer estudio formal (Sulbarán 2003) en el cual se evaluó de manera preliminar la población de tortuga arrau en el lago, constatándose su presencia y reproducción.

La cuenca del Lago de Valencia constituye la única cuenca endorreica natural del país, y es considerada como el entorno geográfico ambiental venezolano de mayor deterioro (MARNR-INPARQUES-INOS 1976), creándose una situación no deseada en cuanto a los recursos naturales agua, suelo, vegetación y fauna (Bisbal 1998).

Actualmente se cuenta con un amplio conocimiento, particularmente sobre la biología, la abundancia, la ecología reproductiva y dinámica poblacional de la tortuga arrau en su hábitat natural. A pesar que la población del Lago de Valencia es una población transferida, posee un alto valor potencial en términos de conservación, al representar una fuente adicional de reproductores para programas de conservación y cría ex-situ. Evaluar la reproducción de esta población introducida permitirá determinar la viabilidad de incorporarla a programas de conservación y reforzamiento de las poblaciones de su ámbito de distribución natural.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en tres playas de la isla El Burro (10°16'44"N–67°73'11"O) ubicada en el Lago de Valencia, y en la cual se ha reportado previamente

eventos de anidación de tortuga arrau (Sulbarán 2003). La playa 1 (P1) se ubica hacia el noroeste, la playa 2 (P2) hacia el oeste y la playa 3 (P3) hacia el sur de la isla (Figura 1).

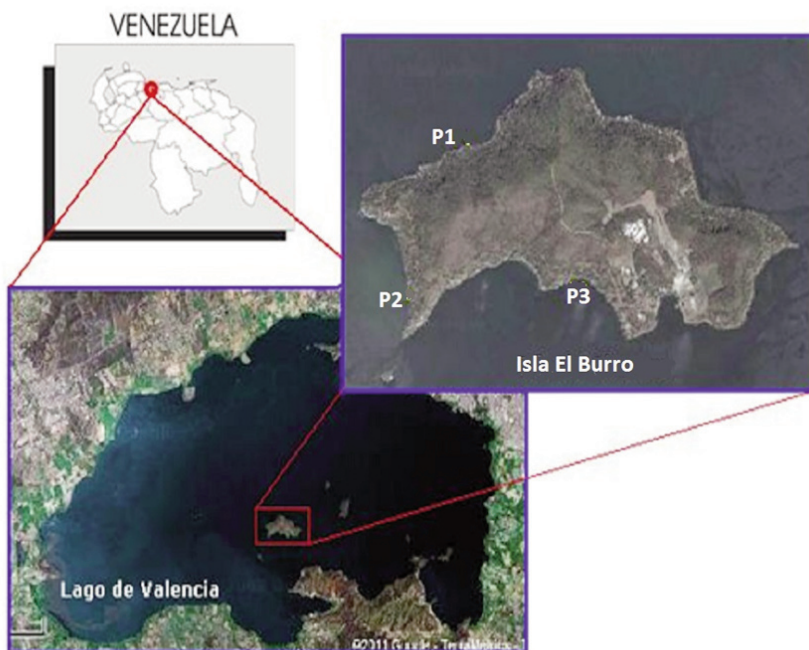


Figura 1. Ubicación de las playas de nidificación en la isla El Burro, Lago de Valencia (Imagen obtenida de Google Earth 2005) durante la temporada reproductiva de 2009.

El Lago de Valencia posee un área de 375 km<sup>2</sup>, un volumen aproximado de 8250 millones de m<sup>3</sup> y se encuentra a una altitud de 408,1 m s.n.m. La profundidad máxima es de 40 m y la profundidad media es de unos 20 m. La temperatura media en el área plana de la cuenca está comprendida entre 24,5 °C y 27 °C, con una temperatura máxima de 33,4 °C al final de la sequía, y una precipitación anual de 900–2000 mm. Usualmente, la temporada de sequía está comprendida desde noviembre a abril, y la de lluvia desde mayo a octubre, presentándose el período de mayor evaporación entre los meses de febrero y mayo (MARN-JICA 2001).

Durante la década de 1990–2000 se notó el gran deterioro de la cuenca del lago por ser receptor final de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales y de productos de la actividad agrícola a través de 21 tributarios (18 ríos y caños, y tres canales industriales). Esto ha llevado a la existencia de marcados procesos de hipereutroficación, disminución de oxígeno disuelto en las zonas profundas, aumento de nutrientes, materia orgánica y crecimiento excesivo de algas (MARN-JICA 2001).

**Identificación de nidos.** Considerando la temporada reproductiva de la tortuga arrau en el área de estudio (Sulbarán 2003), se realizaron 15 visitas a la localidad entre el 18 de marzo y el 3 de agosto del año 2009, con una frecuencia de una a dos semanas, dependiendo de la disponibilidad logística. En cada visita se recorrió una superficie con un largo total de 454,9 m y de ancho con promedios entre 3,6 m y 5,4 m.

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 propuesta por autores previos (Carvajal 1992, Marín 2001).

Los nidos hallados fueron excavados para contabilizar los huevos encontrados en cada uno y se cubrieron nuevamente. Los huevos se clasificaron como viables y no viables (estos últimos distinguidos por su mayor tamaño, por la flacidez de la cáscara o por la estructura totalmente deforme). Los huevos rotos durante la ubicación de los nidos y los huevos no viables fueron descartados luego de contados.

**Características de las nidadas y tortuguillos.** Se estimó la fecha probable de desove por la apariencia externa de los huevos (nidadas más recientes presentaron huevos turgentes cuyas cáscaras mostraron escasa cantidad de manchas) o por el estadio de desarrollo embrionario, según Hildebrand *et al.* (1997), determinada en los embriones obtenidos de huevos rotos accidentalmente. Esto permitió predecir la fecha probable de eclosión, considerando los tiempos de incubación que se reportan en las áreas de distribución natural (TCA-SPT 1997) y la reportada por Sulbarán (2003) para el Lago de Valencia.

Para verificar las eclosiones, se excavaron los nidos con más de 55 días de incubación (a partir de la fecha estimada de desove para cada nido). De esta manera se aumentó la posibilidad de encontrar los tortuguillos antes de que abandonaran el nido. En algunos casos fue necesario monitorear los nidos durante más de dos visitas para verificar la culminación de las eclosiones.

De los nidos en los que se había completado el proceso de incubación, se obtuvieron las cáscaras y todos los huevos no eclosionados. Con estos últimos se verificó la presencia o ausencia de embriones muertos, y en caso de presencia, el grado de desarrollo de dichos embriones. Las cáscaras que se encontraron completamente limpias en su interior fueron consideradas eclosiones exitosas.

Los tortuguillos y huevos fueron clasificados de la siguiente manera: tortuguillos vivos normales (TVN), tortuguillos vivos deformes (TVD), tortuguillos muertos normales (TMN), tortuguillos muertos deformes (TMD), tortuguillos muertos al eclosionar y que aún no abandonaban la cáscara (TMAE) y huevos con embrión muerto sin eclosionar (HSE) (Rojas-Runjaic *et al.* 2010). Con estos datos se calculó el éxito de eclosión y el porcentaje de tortuguillos deformes.

A los tortuguillos vivos colectados de los nidos se les determinó con un vernier (0,05 mm de precisión) las dimensiones corporales: longitud recta del caparazón (LRC), anchura máxima del caparazón (AnC), altura del caparazón (AIC) y longitud recta del plastrón (LRP) (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Además se les determinó la

presencia y tipo de deformidad corporal, según la clasificación de Hildebrand *et al.* (1997). En muchos casos los tortuguillos presentaron dos tipos de deformidad, por lo que fueron clasificados priorizándolas como letal > permanente > temporal.

**Cálculos de Éxito de Eclosión (EE) y Porcentaje de Tortuguillos Deformes (PTD).** Los cálculos fueron realizados mediante las siguientes fórmulas (Rojas-Runjaic *et al.* 2010):

Éxito de Eclosión: porcentaje de tortuguillos vivos y muertos que lograron eclosionar, calculado en función del tamaño de la nidada.

$$EE = \frac{TVN+TVD+TMN+TMD+TMAE}{TN} \times 100$$

Porcentaje de Tortuguillos Deformes: deformes tanto vivos como muertos, en función del tamaño de la nidada.

$$PTD = \frac{TVD+TMD}{TN} \times 100$$

\*TN: Tamaño de la nidada excluyendo huevos no viables y huevos rotos accidentalmente.

## Resultados

Los datos aquí reportados se refieren a un total de siete nidos efectivos que pudieron ser hallados durante las visitas a las tres playas de desove identificadas. De los siete nidos, se ubicaron tres tanto en la playa 1 (P1) como en la playa 2 (P2), mientras que solo uno fue reportado en la playa 3 (P3).

**Incubación.** En la Tabla 1 se muestran las fechas estimadas de postura y eclosión de los nidos encontrados. La frecuencia con que se realizaron las visitas a las playas no permitió determinar el día exacto en que ocurrieron las eclosiones. En el caso de P3N1 fue posible encontrar tortuguillos dentro del nido durante tres monitoreos realizados luego de haber transcurrido los 55 días estimados de incubación.

Tabla 1. Fechas estimadas de postura y eclosión de los nidos de tortuga arrau en la isla El Burro, Lago de Valencia, durante la temporada reproductiva de 2009. **P:** Playa. **N:** Nido. **FHN:** Fecha de hallazgo de la nidada. **TEP:** Tiempo estimado desde la puesta. **FD:** Fecha estimada de desove. **TI:** Tiempo aproximado de incubación.

| Nido        | FHN      | TEP (días) | FD       | TI (días) |
|-------------|----------|------------|----------|-----------|
| <b>P1N1</b> | 19-05-09 | < 3        | 17-05-09 | 57–65     |
| <b>P1N2</b> | 01-06-09 | 6          | 26-05-09 | 55–63     |
| <b>P1N3</b> | 15-06-09 | < 3        | 13-05-09 | -         |
| <b>P2N1</b> | 19-05-09 | 25         | 24-04-09 | -         |
| <b>P2N2</b> | 01-06-09 | < 3        | 30-05-09 | 55–64     |
| <b>P2N3</b> | 01-06-09 | 25         | 07-05-09 | 55–68     |
| <b>P3N1</b> | 01-06-09 | 45         | 26-04-09 | 55–59     |

Los nidos P2N1 y P1N3 no se volvieron a encontrar por lo que no se les pudo hacer seguimiento. El primero se perdió debido al pisoteo del ganado vacuno que habita en la isla, y el segundo fue tapado por un desprendimiento de tierra y vegetación que había crecido sobre la zona. Para los nidos P1N1 y P2N2 los datos se tomaron con base en la presencia de cáscaras vacías y limpias internamente.

**Características de las nidadas.** La cantidad máxima de huevos por nido fue de 124 huevos y la mínima de 76 huevos (Tabla 2). La cantidad mínima de huevos no viables fue de siete y la máxima de 50 huevos, los cuales no eran huevos turgentes y presentaban gran parte de la superficie cubierta por hongos. De los siete nidos encontrados, solo P1N1 y P2N2 no presentaron manchas sobre los huevos. Estas eran nidadas, que junto a P1N3, se presumió poseían aproximadamente tres días de postura; mientras que P3N1, quien para el momento de su hallazgo poseía aproximadamente 45 días de incubación, fue el nido en el cual se observó manchas sobre toda la superficie de los huevos, particularmente manchas rojas y anaranjadas (a diferencia de las frecuentes manchas pardo-verdosas observadas en algunos de los huevos del resto de los nidos). La mayoría de los huevos que presentaron las manchas fueron aquellos con mayor contacto con la arena de la cámara de huevos.

Tabla 2. Cantidad total de huevos y huevos no viables encontrados en los nidos de tortuga arrau en la isla El Burro, Lago de Valencia, durante la temporada reproductiva de 2009. **P:** Playa. **N:** Nido. **CTH:** Cantidad total de huevos. **HNv:** Huevos no viables.

| Nido | CTH | HNv |
|------|-----|-----|
| P1N1 | 97  | 37  |
| P1N2 | 124 | 36  |
| P1N3 | 76  | 7   |
| P2N1 | 81  | 7   |
| P2N2 | 100 | 0   |
| P2N3 | 97  | 23  |
| P3N1 | 106 | 50  |

Tabla 3. Éxito de eclosión de las nidadas de tortuga arrau en la isla El Burro, Lago de Valencia, durante la temporada reproductiva de 2009. **P:** Playa. **N:** Nido. **TN:** Tamaño de la nidada, excluyendo huevos no viables y huevos rotos accidentalmente. **TVN:** Tortuguillos vivos normales. **TVD:** tortuguillos vivos deformes. **TMN:** Tortuguillos muertos normales. **TMD:** Tortuguillos muertos deformes. **TMAE:** Tortuguillos muertos al eclosionar y que aún no abandonaban la cáscara. **HSE:** Huevos con embrión muerto sin eclosionar. **EE:** Éxito de eclosión. **DE:** Desviación estándar.

| Nido     | TN       | TVN     | TVD     | TMN | TMD | TMAE    | HSE      | EE (%)   |
|----------|----------|---------|---------|-----|-----|---------|----------|----------|
| P1N1     | 47       | 0       | 0       | 0   | 0   | 0       | 4        | 2,1      |
| P1N2     | 83       | 5       | 4       | 0   | 0   | 1       | 47       | 12,0     |
| P2N3     | 72       | 0       | 2       | 0   | 0   | 0       | 53       | 11,1     |
| P3N1     | 55       | 11      | 22      | 0   | 0   | 0       | 22       | 60,0     |
| Promedio | 71,4     | 3,2     | 5,6     |     |     | 0,2     | 35,2     | 21,3     |
| DE       | (± 21,3) | (± 4,9) | (± 9,3) |     |     | (± 0,4) | (± 21,3) | (± 26,2) |

Al abrir los huevos que no lograron eclosionar se observó que al menos 126 contenían embrión muerto en proceso de descomposición, o con una gran invasión de hongos (especialmente aquellos que estaban rotos), lo que dificultó la determinación de la presencia de embriones.

**Deformidades.** De los 44 tortuguillos vivos observados, el 63,6 % presentó deformidades. Del total de tortuguillos deformes, el 43 % poseía deformidad de tipo temporal, el 54 % poseían deformidad de tipo permanente y el 3 % presentaban deformidad letal.

Entre las deformidades de tipo temporal que fueron observadas se encontró escamas marginales plegadas hacia abajo o hacia arriba. El individuo que presentó deformidad letal se debió a que sus escamas marginales plegadas hacia abajo dificultaban el movimiento de una de sus patas traseras, impidiéndole caminar o nadar adecuadamente. Las deformidades permanentes correspondieron a escamas dorsales o costales supernumerarias. Finalmente, el 52,3 % de los tortuguillos presentaron en la piel o caparazón una serie de puntos amarillentos o rojizos que aparentaba ser una infección dérmica de tipo fúngica.

**Dimensiones corporales de los tortuguillos.** En la Tabla 4 se muestran los promedios de las dimensiones corporales determinadas en los tortuguillos observados, así como los valores máximos y mínimos obtenidos en cada caso.

Tabla 4. Medidas corporales de los tortuguillos obtenidos durante la temporada reproductiva de 2009 en la isla El Burro, Lago de Valencia. **LRC:** Longitud recta del caparazón. **AnC:** Anchura máxima del caparazón. **AIC:** Altura del caparazón. **LRP:** Longitud recta del plastrón. **DE:** desviación estándar.

| Parámetro            | LRC           | AnC           | AIC           | LRP           |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Promedio (mm)</b> | 53,2          | 48,0          | 23,5          | 47,3          |
| <b>DE</b>            | ( $\pm 3,4$ ) | ( $\pm 4,2$ ) | ( $\pm 2,5$ ) | ( $\pm 3,1$ ) |
| <b>Mínima (mm)</b>   | 43,0          | 40,0          | 20,2          | 40,4          |
| <b>Máxima (mm)</b>   | 58,2          | 55,0          | 34,0          | 51,2          |

## Discusión

Para el Lago de Valencia, Sulbarán (2003) reportó un tiempo de incubación aproximado a 75 días (sin tener certeza de la fecha exacta de postura y eclosión), período mayor al mencionado en la bibliografía para el Trombetas en Brasil (Alfinito 1975, Alho *et al.* 1979), el Caquetá en Colombia (Hildebrand *et al.* 1997) y el Orinoco, Venezuela (Blohm y Fernández 1948, Mosqueira 1960, Roze 1964, Ojasti 1971, Rojas-Runjaic *et al.* 2010). La autora relaciona este período largo de incubación a las bajas temperaturas reportadas con respecto a las registradas en localidades de su ámbito de distribución natural.

Durante este estudio el tiempo de incubación fue inferior, estimándose en aproximadamente 60 días. Particularmente para el nido P3N1 fue determinado un tiempo mínimo de 59 días para el inicio de la eclosión, ya que para ese momento poseía tortuguillos fuera de sus cáscaras. Para el resto de los nidos, aunque sólo fueron

examinados luego de los 60 días de la fecha estimada del desove, también contenían tortuguillos.

La cantidad promedio de huevos por nido ( $97,3 \pm 15,9$ ), así como el mínimo y máximo de huevos por nidada (76 y 124 respectivamente), están entre los valores reportados en otros estudios (MARN 2001, TCP-SPT 1997, Licata 1992).

Durante este estudio la cantidad de huevos no viables superó a la cantidad de huevos viables (23,5 % descartados al inicio y el 79,8 %, de los restantes, no eclosionó); cantidad que también superó los valores reportados por algunos autores que mencionan que en nidos naturales no afectados por factores diezmantas, entre el 5 % y 27 % de los huevos consisten en huevos infértiles, huevos con embrión muerto y neonatos muertos en o después de la eclosión (Valle *et al.* 1973).

La presencia de manchas de apariencia fúngica sobre los huevos ya ha sido reportada por otros autores (Paolillo 1982, Hildebrand *et al.* 1997), incluso Sulbarán (2003) quien observó que, por lo general los huevos con hongos eran de manteca (huevos no viables) o contenían embrión en proceso de descomposición. Similar a lo observado en este caso, Hildebrand *et al.* (1997) también reporta que generalmente los huevos que presentan las manchas son aquellos ubicados hacia el fondo o los lados de la cámara de huevos. Pudiera pensarse que incluso las manchas sobre los huevos podrían también tener una naturaleza bacteriana, pero en este estudio no fue posible verificarlo.

El éxito de eclosión presentó, en promedio, un valor de 21,3 % ( $\pm 26,2$  %), mientras que en nidos naturales no afectados por depredación, inundación u otros factores diezmantas, la tasa promedio de eclosión y surgimiento de crías vivas oscila generalmente entre 73 % y 95 % (TCA-SPT 1997). Uno de los factores que puede estar influyendo en el bajo EE es la abundante presencia de hongos observada en las nidadas, o un exceso de humedad de la arena. Al respecto Valle *et al.* (1973) observaron manchas verdes en los huevos presumiendo se debía a una contaminación de naturaleza fúngica y cuya presencia evitó la eclosión de todos los huevos.

De similar manera, Hildebrand *et al.* (1997) durante su estudio en el Caquetá observaron que la mayor mortalidad se presenta en embriones que inician su desarrollo (42 %) y en embriones con desarrollo muy avanzado (18 %) o totalizado (5 %). Aunque no cuentan con una explicación clara para la mortalidad durante los primeros estadios embrionarios, observaron que tales muertes corresponden a los huevos que se encuentran en el fondo y a los lados del nido, es decir, en contacto con la arena. Posiblemente se vean afectados por un exceso de humedad, coincidiendo con manchas amarillo-pardas y hongos grises-negruzcos que se observaron sobre la cáscara del huevo. La mortalidad de embriones en estadios de desarrollo avanzado o totalizado se cree esté asociada a un debilitamiento de los embriones que no logran romper el huevo o que no logran salir una vez que lo rompen (Hildebrand *et al.* 1997).

De manera individual, el nido P3N1 obtuvo el mayor éxito de eclosión (60 %), quizás ayudado por la extracción que se hizo en el momento en que se encontró el nido, de casi la mitad de la nidada, la cual estaba fuertemente afectada por manchas rojas.



Los valores promedios del largo recto del caparazón y la anchura máxima promedio del caparazón de los tortuguillos ( $53,2 \pm 3,4$  mm y  $48,0 \pm 4,2$  mm respectivamente) son semejantes a los reportados por Blohm y Fernández-Yépez (1948) quienes mencionan que los caparazones miden escasamente 50 mm de largo y 45 mm de ancho; mientras que Soini (1998) menciona que el largo del caparazón está entre 45 mm y 60 mm.

Con respecto a las deformidades presentes en los tortuguillos, Rojas-Runjaic *et al.* (2010) reportan hasta 78,3 % de tortuguillos deformes, mientras que Hildebrand *et al.* (1997) mencionan que en algunas oportunidades todos los individuos de un mismo nido presentan deformidades. Más aun, Carvajal (1992) encontró una correlación positiva entre el tamaño de la nidada y el número de tortuguillos deformes.

Por otro lado, Bobyn y Brooks (1994) reportan en *Chelydra serpentina* una alta tasa de mortalidad y deformidades (ondulaciones en el caparazón, escamas supernumerarias, entre otras) en embriones y neonatos en lugares contaminados con organoclorados. Aragort *et al.* (1997) evidenciaron contaminación por organoclorados en el 50 % de muestras de tilapia (*Oreochromis mossambicus*) tomadas entre 1994 y 1995 en el lago. Sin embargo, los últimos análisis de agua realizados en el mismo no han evidenciado la presencia de organoclorados, pero si se ha encontrado en partes por millón de dicloro difenil dicloroetileno (DDE) en el sustrato (Alejandro Valles 2009, com. pers.).

El DDE es un producto de degradación del dicloro difenil tricloroetano (DDT), ambos, en especial el DDE, se acumulan en plantas y en tejidos grasos de peces, aves y de otros animales ([www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts35.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts35.html), consultada el 16 de octubre de 2009). Lo anteriormente mencionado indica que el DDE, de permanecer en el área del lago, podría estar relacionado con la presencia de deformidades encontradas en los tortuguillos. Además, en el año 2002 la Dirección Estatal Ambiental-Aragua (DEAA) realizó análisis a tortuguillos colectados por Sulbarán, determinando la presencia de metales pesados en los tejidos (datos no publicados), así como también le ocurre a la tilapia en el lago (De Jesús 2002). En contraste, Maillet (1999) no encontró niveles detectables de bioacumulación de mercurio y de otros metales pesados en cutícula de caparazón de tortugas arrau del Orinoco medio en donde se han reportado la presencia de tortuguillos deformes (Paolillo 1982, Carvajal 1992, Rojas-Runjaic *et al.* 2010). Por lo tanto, las causas de las deformidades presentadas por los tortuguillos de este estudio no podrían ser atribuibles solo a efectos de la contaminación, ya que pueden existir otras causas como efectos mecánicos o genéticos, las cuales no fueron evaluadas en este estudio.

Es importante mencionar que el 52,3 % de los tortuguillos presentaron manchas color amarillo o rojo. Se cree que estas manchas puedan ser debidas a una infección dérmica por hongos, sin embargo es necesario realizar los análisis correspondientes para poder verificar la naturaleza de dicha afección.

## Recomendaciones

El bajo éxito de eclosión de los huevos de tortuga arrau en el Lago de Valencia exigiría una investigación a fondo, en la cual se pueda determinar si la elevada presencia de hongos sobre los huevos y la contaminación del lago están vinculadas con la pérdida de viabilidad de los mismos. Además es necesario identificar taxonómicamente los hongos y evaluar si su presencia está relacionada con factores como la humedad u otros, para de esta manera proponer medidas para mitigar el crecimiento de los mismos y ayudar a mejorar el éxito de eclosión en los nidos.

Si bien el Lago de Valencia no forma parte del área de distribución natural de la tortuga arrau, esta es una especie decretada oficialmente En Peligro de Extinción y catalogada en Peligro Crítico, según el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Hernández y Marín 2008), por lo que todo estudio y esfuerzo de conservación es necesario. El programa de conservación de la tortuga arrau que lleva a cabo el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, con la colaboración de otros entes, se centra en el área de distribución natural de esta especie, en el Orinoco medio. Sin embargo, la tortuga arrau se está reproduciendo en el Lago de Valencia a pesar que las condiciones son muy diferentes a las de su área de distribución natural, incluso condiciones que podrían pensarse adversas para la reproducción (contaminación de las aguas, contaminación y cantidad de escombros en las playas de desove, entre otros). Por otro lado, debe considerarse que en los últimos años, la cota del lago ha subido considerablemente (de 410,5 en 2009 cuando se hizo el estudio, a 412,8 en 2012), por lo que las playas de desove en la isla El Burro pueden haber disminuido considerablemente en sus dimensiones e incluso pueden haber desaparecido.

Dada la condición de especie amenazada y las características particulares del lago, área donde se reproduce, se considera necesario el estudio y seguimiento de esta población, como parte de un programa de conservación *ex situ*.

**Agradecimientos.** Al Departamento de Biología FACYT-UC, al Capitán Julio Rosales de la Base Militar Sucre por permiso y apoyo para el traslado a la isla El Burro así como al personal militar de la misma que se involucró en las actividades de campo. A Williams Veliz por suministrar su embarcación para los traslados y por compartir su conocimiento sobre la presencia de la arrau en el lago. A Valeriano Requena también por su traslado. A Alejandro Valles (DEAA) por facilitar información sobre estudios ambientales realizados en el Lago de Valencia. A Mario Palacios por el asesoramiento y contribución en la realización del estudio. A Eduardo Sánchez por su ayuda en la elaboración del abstract. Al editor y árbitros por sus sugerencias.

## Bibliografía.

- ALFINITO, J. 1975. A preservação da tartaruga amazônica. *Brasil Florestal* 6: 20–23.
- 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.
- ARAGORT, W., A. LEÓN, A. GUILLÉN, M. SILVA Y C. BALESTRINI. 1997. Fauna parasitaria en tilapias del Lago de Valencia. *Veterinaria Tropical* 22: 171–187.
- BISBAL, F. 1998. Inventario de la fauna del Lago de Valencia, estados Aragua y Carabobo, Venezuela. PROFAUNA–FUNDACITE, Aragua.
- BLOHM, T. Y A. FERNÁNDEZ-YÉPEZ. 1948. La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle en Pararuma. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 8: 35–69.
- BOBYN, M. Y R. BROOKS. 1994. Interclutch and interpopulation variation in the effects of incubation conditions on sex, survival and growth of hatchling turtles (*Chelydra serpentina*). *Journal of Zoology* 233: 233–257.
- 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.
- DE JESÚS, V. 2002. Estudio acerca de la contaminación con metales pesados en el pez tilapia (*Oreochromis massambicus*), especie perteneciente a la cuenca del Lago de Valencia. Trabajo Especial de Grado. Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología. Universidad de Carabobo.
- FERNÁNDEZ-YÉPEZ, A. 1968. La tortuga arrau. *El Lago* 10: 148–151.
- HERNÁNDEZ, O. Y E. MARÍN. 2008. Tortuga Arrau, *Podocnemis expansa*. Pp. 172. En: Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (Eds.), *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Provita y Shell Venezuela, S. A. Segunda edición. Caracas, Venezuela.
- HILDEBRAND, P., N. BERMÚDEZ Y M. 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. Santafé de Bogotá, D. C. Colombia. 152 pp.
- LICATA, L. 1992. La tortuga arrau y su conservación. Cuadernos Ecológicos Corpoven. Caracas - Venezuela. 43 pp.
- MAILLET, E. 1999. Environmental mercury contamination: A role for veterinarians in turtle rescue projects. 10 pp.
- 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.
- MOSQUEIRA, J. 1960. Las Tortugas del Orinoco. Editorial Citania. Segunda edición. Buenos Aires, Argentina.
- OJASTI, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco. *Defensa de la Naturaleza* 2: 3–9.
- 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., E. MARÍN Y T. R. BARRIOS B. 2010. Evaluación del efecto de la profundidad y el tamaño de la nidada sobre tres parámetros reproductivos de nidadas trasplantadas de tortuga arrau, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 44(2): 223–250.
- 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.
- SOINI, P. 1998. Programa aprovechamiento sostenible de la Biodiversidad. Un manual para el manejo de quelonios acuáticos en la Amazonia peruana (Charapa, Taricaya y Cupiso). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 54 pp.
- SULBARÁN, M. 2003. Evaluación preliminar de la población de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en el Lago de Valencia, Estados Aragua y Carabobo. Series 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.

Recibido: 08 junio 2015

Aceptado: 02 julio 2015

Publicado en línea: 14 diciembre 2015

---

María Alejandra Nieves Herrera<sup>1</sup>, Mariela Forti Torrens<sup>1</sup> y Mariana Sulbarán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Tecnología (FACYT). Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. <mailto:marialenh@gmail.com>; [mforti@uc.edu.com](mailto:mforti@uc.edu.com)

<sup>2</sup> Montaña Fresca. Av. principal. Sector Los Laureles, casa “L” 177. Maracay, Venezuela. [marianazulbax@gmail.com](mailto:marianazulbax@gmail.com)