

# EFECTOS DEL REFORZAMIENTO SOBRE LA POBLACIÓN DE TORTUGA ARRAU (*Podocnemis expansa*) EN EL ORINOCO MEDIO, VENEZUELA

OMAR HERNÁNDEZ y RODOLFO ESPÍN

## RESUMEN

Se evaluó el programa de reforzamiento de *Podocnemis expansa* en el Orinoco medio, donde, entre 1993 y 2001, se liberaron al medio natural un total de 86677 juveniles criados en cautiverio. En 1998, 2000 y 2001, mediante el uso de redes de pesca fueron colectados 244 individuos de *P. expansa* y 73 de *P. unifilis* en el Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau y sus alrededores. Se encontraron diferencias significativas entre las tallas promedio de los ejemplares de *P. expansa* capturados en esos tres años, observándose un aumento en la talla promedio con los años. Un alto porcentaje de los ejemplares capturados de *P. expansa* pertenecían a la clase juvenil, por lo que se infiere que el programa de liberación de juveniles de esta especie ha

aumentado efectivamente su proporción, en contraste con los ejemplares de *P. unifilis* muestreados, todos pertenecientes a la clase adulta. Mediante el modelo de Von Bertalanffy se estimó que *P. expansa* alcanza talla adulta a los 17 años. En ambas especies se compararon las tallas promedio de los ejemplares capturados con la de los consumidos en la región; se concluyó que los habitantes locales no tienen preferencia por talla y consumen con más frecuencia las más abundantes. El 96,83% de los ejemplares capturados de *P. expansa* fueron hembras, mientras que la proporción de sexo para *P. unifilis* fue 1:1. Se plantea que la población de *P. unifilis* en el área puede estar en peligro de extinción por la supuesta ausencia de generación de relevo.



ucho se ha escrito sobre las limitaciones de los programas de recuperación de reptiles en peligro de extinción cuya estrategia de conservación se basa en el aumento de la población mediante la liberación de ejemplares criados en cautiverio o la transferencia de ejemplares de un área a otra, llamadas estrategias de "half-way technology" (Dodd y Seigel, 1991; Jiménez, 1996; Frazer, 1997; Moll y Moll, 2000; Seigel y Dodd, 2000). Estas limitaciones ocurren cuando los programas de cría en cautiverio no vienen acompañados de acciones que ataquen las verdaderas causas que han hecho declinar la población, como pudieran ser la depredación de adultos, la contaminación y degradación de sus hábitats, etc.

En 1989 se inició en Venezuela el actual plan de conservación para la tortuga arrau (*Podocnemis expan-*

*sa*) dirigido por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN; Licata y Elguezal, 1997). Este es el programa de conservación más completo y complejo que se desarrolla en el país y cuenta con la participación de varias instituciones.

Las principales playas de anidación de esta especie en el Orinoco medio están incluidas en el Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau (RFSTA), donde el MARN, en conjunto con la Guardia Nacional, realizan manejo y guardería durante todo el año. La cría en cautiverio es realizada por la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales -FUDECI- (una ONG), la Agropecuaria Puerto Miranda (empresa privada), el MARN (ente oficial), ECOPETS (empresa privada) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (ente oficial).

En el área de investigación biológica de las poblaciones naturales colaboran FUDECI y universidades nacionales y del exterior. Es así que el programa de recuperación de esta especie que se adelanta actualmente en el Orinoco medio, no se basa solo en la liberación de ejemplares criados en cautiverio, sino que incluye protección legal, guardería, manejo de poblaciones e investigación científica.

La liberación de los tortuguillos de arrau de un año de edad se realiza en la isla Playita (06°33'37"N - 67°07'36"O) en el Orinoco medio, dentro del RFSTA, donde habían sido colectados el año anterior para luego ser criados en cautiverio. Según está definido en la Guía para la Reintroducción de Especies, elaborada por la Unión Mundial de Conservación (IUCN, 1998), esta actividad corresponde a la figura de reforzamiento o suplementación, la cual consiste en la adi-

**PALABRAS CLAVE / Orinoco / *Podocnemis* / Reforzamiento de Poblaciones / Tortugas de Río /**

Recibido: 20/10/2005. Modificado: 03/05/2006. Aceptado: 09/05/2006.

Omar Hernández. Licenciado en Biología, Universidad Central de Venezuela (UCV), Venezuela. Director, Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI). Dirección: Apartado postal 185, Caracas, Venezuela. e-mail: oherandez@fudeci.org.ve

Rodolfo Espín. Técnico Superior Universitario en Agronomía, Instituto Universitario de Tecnología, Cumaná, Venezuela. Jefe de Personal, Estación Experimental Amazonas de FUDECI, Venezuela.

ción de individuos a una población existente de esa misma especie.

Previamente a la implementación del plan de conservación, debido a la crecida del río, la mortalidad anual de neonatos dentro de los nidos se estimó entre un 25 y 80% (Ojasti, 1967). Actualmente la pérdida de neonatos, tanto por inundación como por consumo humano de huevos, se ha reducido a cifras insignificantes gracias a las actividades que realiza el MARN. Por otra parte, el hábitat de la especie en esta zona del Orinoco permanece poco alterado, de modo que el factor de amenaza más importante lo representa el consumo de adultos por parte de la población local (Hernández y Espín, 2003). Este consumo persiste a pesar de las actividades de vigilancia y a la prohibición de su caza. En la actualidad la captura de ejemplares se realiza sobre todo en áreas fuera del RFSTA, donde la vigilancia es escasa. La condición actual de «en peligro de extinción» de *P. expansa* en el Orinoco medio se atribuye principalmente a la caza comercial (Ojasti, 1995).

Gibbs y Amato (2000) señalan que los largos tiempos generacionales de las tortugas hacen difícil observar la respuesta de la especie al manejo en el corto o mediano plazo. Estos autores mencionan que poblaciones que una vez fueron aprovechadas y que luego son protegidas mediante la implementación de medidas de conservación, pueden experimentar un aumento en su capacidad reproductiva por unas décadas, pero ésta puede detenerse a pesar de las medidas tomadas, debido a que durante los períodos de aprovechamiento se reduce la producción de crías y por lo tanto se crea un vacío en la generación de relevo. Con el reforzamiento de la población de arrau en el Orinoco medio, se busca aumentar significativamente la generación de relevo, con la finalidad de que en el futuro la población adulta aumente en forma sostenida.

En muchas partes del mundo los pobladores rurales dependen en mayor o menor medida de las tortugas y sus productos para cubrir sus necesidades alimentarias (Thorbjarnarson *et al.*, 2000), al punto que la sobreexplotación de tortugas de río es la causa principal que ha llevado a la disminución de sus poblaciones (Klemens y Thorbjarnarson, 1995). Aunado a esto, en la mayoría de los países del tercer mundo existen graves problemas socioeconómicos, los cuales se acentúan en las áreas rurales, propiciando el consumo y comercio de estas especies. Como consecuencia de las limitaciones económicas de los gobiernos, en estos países existe poca o ninguna actividad de guardería y educación ambientales, así como progra-

mas que mejoren la calidad de vida de los pobladores de las áreas rurales.

El Grupo de Especialistas en Reintroducción de Especies de la IUCN recomienda que antes de iniciar este tipo de programas, se deben identificar los factores que causaron la disminución de una especie, para así eliminarlos o aminorar su efecto (IUCN, 1998). Sin embargo, en los países del tercer mundo es muy difícil reducir estos problemas socioeconómicos a corto o mediano plazo, por lo que los programas de conservación deben iniciarse aunque estén presentes los factores subyacentes en la disminución de estas poblaciones. Más aun, porque los programas de conservación de especies en peligro no pueden por sí mismos solucionar los problemas socioeconómicos de los pobladores rurales.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del programa de reforzamiento sobre la estructura poblacional de la tortuga arrau, y compararla con la encontrada para la población de tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*) en la misma área, especie que es igualmente consumida por los lugareños y no está bajo ningún programa de recuperación.

### Área de Estudio

El Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau (RFSTA) y su Zona Protectora se ubica en el curso del Orinoco medio, entre los estados Apure y Bolívar, incluyendo el cauce del río Orinoco y una faja terrestre de 50m a partir de sus márgenes, totalizando 17431ha (7575ha de superficie acuática y 9856ha de Zona Protectora). Decretado en 1989, protege los bancos de arena y playas donde esta especie ha desovado desde épocas de la Colonia y actualmente constituyen la única área en el Orinoco donde desova en forma masiva.

Los muestreos se realizaron dentro y fuera del RFSTA, abarcando unos 50km a lo largo de un sector del Orinoco medio comprendido entre la boca del río Parguaza y la Isla Fraile, unos 8km aguas abajo de la boca del río Suapure. En total se muestrearon 12 puntos del área (Figura 1).

### Materiales y Métodos

El marcaje de los tortuguillos se realizó en el zoológico antes de su liberación. Consiste en cortar a cada individuo la primera falange de un dedo

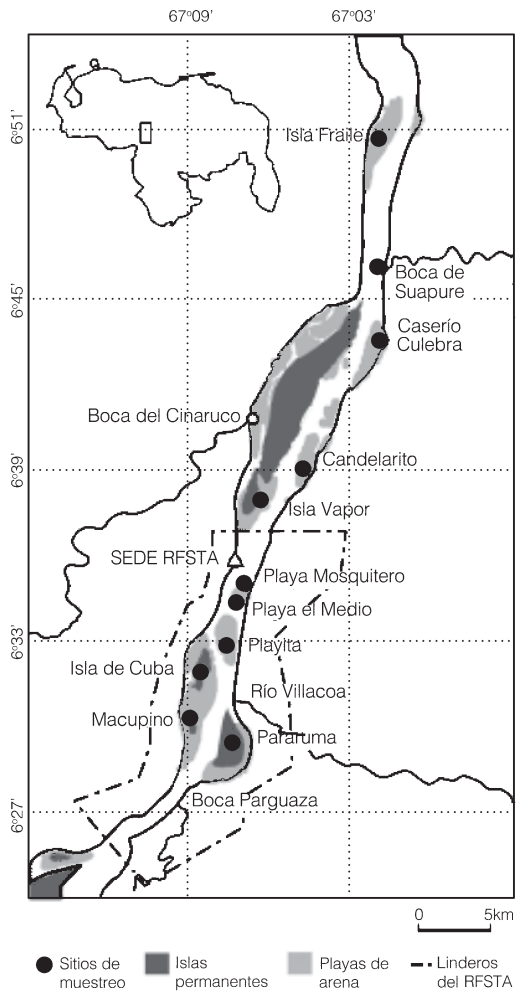


Figura 1. Linderos del RFSTA y los lugares de muestreo en el presente estudio.

de las patas delanteras, variando el dedo según el año de nacimiento, lo que permite conocer la edad de los ejemplares recapturados.

Adicionalmente, todos los ejemplares capturados durante el muestreo, provenientes o no de zoológicos, fueron marcados con muescas en las láminas marginales del caparazón, utilizándose las combinaciones usadas por Pérez (1990). Los ejemplares de terecay, fueron también marcados con este método.

Las áreas de muestreo se seleccionaron previa consulta con pescadores del lugar, quienes señalaron que durante la temporada seca juveniles y adultos regresan al cauce del río. Con base en esta información, se seleccionaron los puntos de muestreo en las playas del río Orinoco, dentro y en las cercanías del RFSTA (Tabla II).

Cada período anual de muestreo tuvo una duración de 13 días, y con la finalidad de aumentar las probabilidades de captura se efectuaron en la temporada seca, cuando el río alcanza su nivel

más bajo, en mayo 1998 y en abril de 2000 y 2001.

Se utilizaron redes de pesca con 5cm de abertura de malla y 5m de profundidad, con una longitud que varió entre 40 y 120m, dependiendo de la disponibilidad (Tabla III). Asimismo, con el objetivo de evaluar la dispersión de los animales criados en cautiverio, los muestreos se realizaron pocos días después de las liberaciones anuales.

TABLA I  
BALANCE DE JUVENILES DE  
TORTUGA ARRAU LIBERADOS  
EN EL ORINOCO MEDIO

Año	Liberadas	Marcadas
1993	3962	00
1994	4076	00
1995	8299	1000
1996	12890	12890
1997	10304	10304
1998	11541	9611
1999	4399	4399
2000	11448	11448
2001	19758	19758
Total	86677	69410

TABLA II  
ESFUERZO DE MUESTREO POR  
LOCALIDAD Y AÑO

Lugar	Número de lances		
	1998	2000	2001
Isla Vapor	11	37	53
Playa del Medio		08	03
Isla Cuba	05	06	17
Isla Playita	05	15	08
Isla Pararuma	02	03	03
Playa frente a Culebra		01	
Playa Candelarito	02	02	
Isla Macupino	12	01	01
Isla Mosquitero		02	09
Isla frente a Cinaruco	02		
Playa frente a Suapure		09	08
Isla Fraile			03
Total de lances	39	84	105

Localidades sin datos no fueron muestreadas ese año.

TABLA III  
BALANCE DE LAS CAPTURAS POR AÑO

	1998	2000	2001
Total de lances	39	84	105
Total metros de red	1560	6918	7875
Total de <i>P. expansa</i> capturadas	59	86	99
<i>P. expansa</i> capturadas por metro de red	0,037	0,012	0,012
Total de <i>P. unifilis</i> capturadas	05	41	27
<i>P. unifilis</i> capturadas por metro de red	0,002	0,006	0,003
Total de <i>P. vogli</i> capturadas	03	02	02
<i>P. vogli</i> capturadas por metro de red	1,9×10 <sup>-3</sup>	2,8×10 <sup>-4</sup>	2,5×10 <sup>-4</sup>
Total de tortugas capturadas	67	129	128
Tortugas capturadas por metro de red (TCMR)	0,042	0,018	0,016

El método consistió en el cerco y arrastre con red de pesca en las proximidades de las playas, extendiéndola con la ayuda de un bote de 14 pies de eslora y motor fuera de borda de 40HP. Mientras un extremo era mantenido por personas desde la orilla de la playa, la lancha extendía la red, para así cerrar el cerco y recuperar la captura. El extremo de la red más cercano a la orilla generalmente estaba a 10-15m de la misma, en cada lance se recorrían unos 60 a 80m perpendiculares a la línea de playa.

Todas las tortugas arrau y terecay capturadas fueron identificadas, medidas y pesadas. Las medidas morfométricas tomadas fueron longitud lineal del caparazón (LLC), longitud curva del caparazón (LCC), longitud lineal del plastrón (LP) y ancho lineal del caparazón (ALC). Para las medidas lineales se utilizó un calibrador de aluminio marca Hanglof-Mantax de 80cm y 1mm de precisión, y para las medidas curvas una cinta métrica de 150cm y 1mm de precisión. El peso se determinó utilizando dinamómetros marca Ohaus de 500, 2000 y 5000g con 5, 20 y 100g de precisión, respectivamente. Los animales con peso >5kg se pesaron con una balanza tipo reloj marca Iderma de 20kg de capacidad y 50g de precisión. A las arrau mayores de 160mm LLC se les determinó el sexo, basados en el largo de la cola y la forma de las placas anales del plastrón, conformadas en forma de "v" en las hembras y de "u" en los machos. Este método no parece ser muy confiable para la determinación del sexo en ejemplares de tallas menores.

En 2000 y 2001 se incrementó el esfuerzo de captura mediante la utilización de redes más largas y aumentando el número de lances por día (Tabla III). Para poder estandarizar y comparar el esfuerzo de muestreo en los diferentes años, se calculó un índice consistente en el total de metros de red (TMR) utilizados para cada muestreo de 13 días, multiplicando la longitud de red

por el número total de lances, resultando en un valor de esfuerzo para cada uno de los años.

Para comparar la eficiencia del muestreo entre los diferentes años, se dividió el número de tortugas capturadas entre el TMR, obteniéndose un índice de tortugas capturadas por metro de red (TCMR). Los promedios de LLC de las arrau capturadas en los tres años se contrastaron mediante una prueba de Kruskal-Wallis, previa comprobación de homogeneidad de varianzas (prueba F).

Para analizar la distribución de frecuencia de tallas se estableció arbitrariamente un intervalo de clases de tamaño de 60mm en el caso de las arrau y de 50 para las terecay.

Para la conversión a LLC de los valores de LCC citados en la bibliografía, se utilizaron los datos de 244 arrau capturadas, obteniéndose el cociente LCC/LLC= 1,065. Siendo la talla mínima reproductiva reportada para hembras de arrau de 600mm LCC (Pritchard y Trebbau, 1984), esto corresponde a 563mm LLC. En este estudio, se definieron para la arrau los siguientes intervalos de LLC de acuerdo a las clases de edad: crías (50-140mm) juveniles (141-380mm), sub-adultas (381-560mm) y adultas (>560mm). La clase adulta para las terecay se estableció en tallas mayores de 203mm LLC para los machos y 310mm para las hembras (Vanzolini, 1977).

Mediante el programa *Palaeontological Statistics* (Hammer *et al.*, 2001) se determinó la curva de crecimiento de arrau empleando el modelo de Von Bertalanffy:

$$\text{Tamaño} = a(1 - b \cdot e^{-c \cdot \text{edad}})$$

donde a: tamaño asintótico, b: parámetro relacionado con el tamaño al nacer, e: base del logaritmo natural, y c: tasa intrínseca de crecimiento o tasa de aproximación al tamaño asintótico.

Como datos de entrada al modelo se utilizaron las tallas promedio de los ejemplares capturados de edad conocida (Tabla IV). La talla al nacer se asumió en 50mm LLC, el tamaño máximo para la arrau se fijó en 835mm LLC (Roze, 1964) y, considerando que se desconoce a que edad alcanzan esta máxima talla, se estableció arbitrariamente en 80años.

## Resultados

En la Tabla I se muestra el número de tortugas liberadas por año entre 1993 y 2001, cuando se realizó el último muestreo de este estudio. Se puede observar que el número liberado es variable y que desde 1996 todos los tortuguillos liberados fueron marcados, con ex-

cepción de 1998, cuando únicamente se marcó el 83% de los individuos.

El número de muestras para cada año fue respectivamente de 66, 129 y 128 tortugas de las tres especies, constituyendo la *P. expansa* el 75,54% del total de la captura (Tablas II y III)

En la Tabla III se aprecia que para 2001 se aumentó en 169% el número de lances con respecto a 1998, mientras que el área más muestreada durante los tres años fue Isla Vapor, debido a que el muestreo se intensificó en aquellas playas donde se solía capturar arrau con mayor frecuencia.

Se colectaron un total de 244 arrau durante los muestreos en el RFSTA. Adicionalmente, otros dos ejemplares fueron capturados en 2001 por funcionarios del MARN y otros 23 se obtuvieron durante 2002, producto de los decomisos hechos tanto por MARN como por la Guardia Nacional. De un total de 269 ejemplares de arrau capturados se determinó el sexo a 158, de los cuales el 96,83% resultaron ser hembras.

Durante el presente estudio se colectaron un total de 75 ejemplares de terecay, 73 utilizando redes, 1 con trampa y otro decomisado por la Guardia Nacional. Se les determinó el sexo a 73 de estos ejemplares, resultando 30 hembras y 43 machos. La proporción de sexos no difirió significativamente de 1:1 (prueba binomial,  $\alpha=0,05$ ; Conover, 1971). Solo se capturó un ejemplar de terecay juvenil, representando el 1,35% de la muestra.

Desde 1993, cuando se iniciaron las liberaciones de juveniles de arrau criados en cautiverio, hasta 2001, se liberaron un total de 86677 ejemplares con una edad promedio de 11 meses y una talla promedio de 119,6mm LLC. De este total, el 80% fueron marcados (Tabla I) y de 269 arrau capturadas durante los muestreos, 111 (41,26%) presentaron la marca de zocriadero. En la Tabla IV se muestra la composición por edad de los ejemplares de zocriadero, así como las tallas promedio.

Durante los muestreos solo un ejemplar de cada especie fue

TABLA IV  
MEDIDAS DEL LLC DE  
LAS ARRAU DE EDAD CONOCIDA  
CAPTURADAS

Edad (años)	LLC (mm)	DE	n
1	127,23	17,03	47
2	161	12,58	17
3	204,22	22,24	31
4	249,44	49,84	9
5	281,25	32,32	4
6	392,5	40,3	2
8	462		1
		Total	111

recapturado al año siguiente de su primera captura. El ejemplar de arrau correspondió a una hembra que al momento de su recaptura midió 259mm LLC, incrementando 56mm (27,6%) en un año, mientras que el ejemplar de terecay resultó ser un macho que al momento de su recaptura midió 238mm LLC, aumentando su talla en 26mm (12,26%) en un año.

En el presente estudio se obtuvo una curva de crecimiento (Figura 7) para la arrau, estimándose que la talla de madurez sexual (563mm LLC) se alcanza a los 16,89 años. Los valores obtenidos para el modelo de Von Bertalanffy fueron  $a=843,35$  (95% sobre 396,4-843,4);  $b=0,8560$  (95% sobre 0,707-2,345) y  $c=0,056$  (95% sobre 0,055-0,839).

## Discusión

### Capturas

Las especies de tortugas de gran tamaño requieren un mayor tiempo para alcanzar la madurez sexual (Bruce, 1979) y considerando que la arrau pertenece a este grupo, habrá que esperar muchos años más para que la población adulta aumente, tanto en número como en potencial reproductivo, producto del programa de reforzamiento. Sin embargo, a mediano plazo se pueden utilizar índices de abundancia para detectar el posible efecto de las liberaciones en aumentar la generación de relevo. La utilidad de los índices estriba en el seguimiento y comparación de las tendencias poblacionales (Ojasti, 2000), por lo que un índice de esfuerzo de captura puede ayudar a determinar los cambios en la abundancia de la población juvenil.

Aunque en el segundo y tercer año se aumentó el esfuerzo de captura (TMC) respectivamente en un 343 y 404% con relación al primer año, el índice de TCMR para arrau bajó de 0,037 para el primer año a 0,012 para el segundo y tercer año. Este índice es útil para comparar la abundancia de tortugas de un año a otro, pero su disminución no parece estar acorde con la supuesta abundancia de tortugas que debería existir en la región producto de las liberaciones anuales. Por ejemplo, desde 1993 hasta 1998 se habían liberado un total de 51072 arrau juveniles y para 2000 y 2001 este número alcanzó los 66919 y 86677 ejemplares, respectivamente (Tabla I), por lo que era de esperar que el índice TCMR aumentara con los años a medida que aumenta el número de ejemplares liberados.

Un factor que pudiera explicar la disminución del índice TCMR en los últimos dos años de muestreo pudo ser por un incremento la depreda-

ción humana. En la región existe una constante captura ilegal de ejemplares juveniles, pero la magnitud de estas capturas no ha sido evaluada adecuadamente. Según lo señalado por Hernández y Espín (2003), entre 2000 y 2002, la depredación humana de tortugas, tanto en case- ríos de la región del Orinoco medio como en ciudades vecinas, se ha centrado en animales juveniles, sugiriendo que la depredación no es selectiva hacia un determinado tamaño y evidenciando que la población local está consumiendo las tallas más abundantes. Otro factor a tomar en cuenta en la disminución del índice TCMR es el tamaño de la red, la cual se aumentó en el segundo y tercer año, ya que una red más grande es más pesada y se requiere más tiempo para recogerla del río, lapso en el cual más tortugas pueden escapar del cerco.

Caughley (1977) señala que los valores de captura por unidad de esfuerzo no deben utilizarse como un índice de densidad, a menos que la población este siendo explotada, aunque igualmente señala que dado el caso, cuando un investigador este tomando especímenes con otros propósitos diferentes a estimaciones de densidad, este índice puede ser utilizado como un controlador de otras estimaciones de densidad.

A pesar de que los muestreos se realizaron cumpliendo las 5 recomendaciones de Caughley (1977) la disminución en los valores de TCMR entre 1998 y 2001 posiblemente indica que este valor no deba ser utilizado como un índice de la abundancia relativa, o por lo menos debe aumentarse el esfuerzo de captura debido a la gran extensión del río y a la dispersión de las tortugas, así como estandarizar al máximo las condiciones de muestreo (redes del mismo tamaño, número y localidad de los lances, número de días después de la liberación anual, nivel del río, etc.).

Un ejemplo de la rápida dispersión de los juveniles liberados se pudo determinar en 2001, cuando un ejemplar liberado 9 días antes fue capturado a 35km aguas abajo del lugar de liberación. Sin embargo, aunque no se realizaron muestreos en zonas más alejadas no se descarta que otros ejemplares hayan podido recorrer una distancia mayor.

### Estructura poblacional

La proporción de sexo encontrada para la población de arrau se asemeja a la señalada en el río Trombetas en Brasil, donde la proporción de sexo en neonatos de arrau en nidos naturales fue de 30 hembras por cada macho (Danni y Alho, 1985). Valenzuela *et al.* (1997) encontraron

una proporción de hembras entre 73,3 y 100% en neonatos de nidos naturales de arrau en el río Caquetá en Colombia.

En la Figura 2 se muestra la distribución de estructura de tallas de los

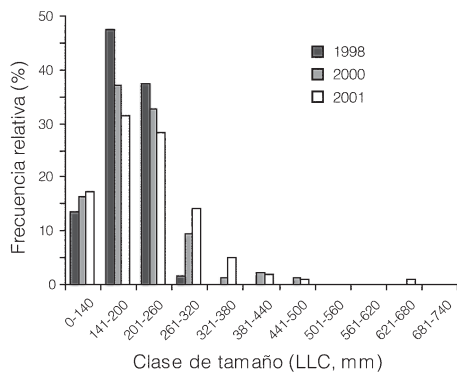


Figura 2. Distribución de tamaños (LLC) de las arrau capturadas

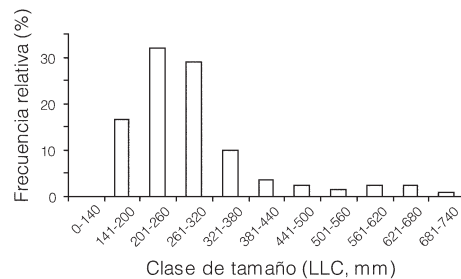


Figura 3. Distribución de tamaños (LLC) de las arrau consumidas durante los años 2000 al 2002 (n= 218). Tomado de Hernández y Espín (2003).

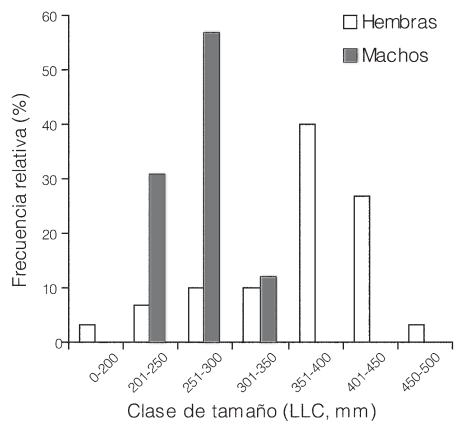


Figura 4. Distribución de tamaños por sexo para las terecay capturadas

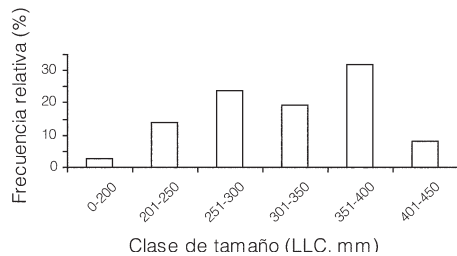


Figura 5. Distribución de tamaños (LLC) de terecay consumidas (n= 72). Tomado de Hernández y Espín (2003).

ejemplares de arrau capturados. Se encontró una diferencia significativa entre las tallas promedio por año ( $\chi^2= 11,828$ ;  $p= 0,003$ ). En la figura se aprecia que para el 2001 el porcentaje de juveniles de tallas mayores aumentó en comparación a los dos años anteriores. Esto sugiere que los ejemplares liberados en años anteriores tuvieron éxito en el hábitat natural, por lo que cada año hay cierto nivel de reclutamiento de nuevos ejemplares a las clases de talla superiores. Igualmente se aprecia que las tallas grandes están poco representadas, lo que puede ser un reflejo de la estructura de la población o un efecto del muestreo, ya que al realizar lances de pesca en zonas poco profundas adyacentes a las playas, quizás resulte en una tendencia a capturar mayor proporción de ejemplares pequeños.

Sin embargo, al comparar la estructura de tallas de los caparazones de arrau consumidas en caseríos y ciudades de la región (Figura 3, tomada de Hernández y Espín, 2003) con la distribución de tallas de las arrau capturadas (Figura 2) vemos que en ambos casos los juveniles fueron las clases de tallas más representadas. Ambas estructuras de tallas coinciden en forma general, por lo que se puede suponer que los lugareños consumieron en mayor proporción las tallas más abundantes. Sin embargo, con mayor detalle, en las Figuras 2 y 3 se aprecia que la clase de tamaño más capturada (141-200mm LLC) no coincide con la clase de tamaño más consumida (201-260mm LLC), lo que se puede deber a que exista una ligera preferencia hacia el consumo de tortugas un poco más grandes, o a que las redes de pesca utilizadas por los lugareños tienen una apertura de malla de 10cm, lo que no permite la captura de los ejemplares más pequeños, creando un sesgo en el muestreo por efecto del arte de pesca selectivo.

Si observamos la distribución de tallas de las terecay (Figura 4), vemos que la clase juvenil está pobremente representada (1,35%). Bruce (1979) señala que en poblaciones de tortugas, los juveniles abarcan un porcentaje variable pero bajo de la población, mientras que los adultos comprenden una alta proporción de la misma. Esto lo encontró al comparar estudios realizados en 12 poblaciones de diferentes especies de tortugas de agua dulce, en las que el promedio de la población juvenil fue de 31%. Por el contrario, Gibbs y Amato (2000) señalan que la fracción más pequeña en las poblaciones de tortugas es la clase adulta, siendo la fracción más abundante la clase juvenil. Aparentemente existen criterios contradictorios de cual es la estructura natural de tallas en poblaciones de tortugas.

Por otra parte, Hernández y Espín (2003) analizaron 72 capara-

zones de terecay consumidas en el Orinoco medio entre 2000 y 2002, encontrando que la muestra consumida está integrada por ejemplares adultos (Figura 5). Haciendo una analogía con el consumo de ejemplares de arrau, se puede esperar que la distribución de tallas de ejemplares consumidos y muestreados de terecay coincidan con la estructura de tallas de la población. De ser cierta esta suposición, la población de terecay en esta región presenta poca generación de relevo, lo que podría tener un efecto grave a mediano plazo sobre la supervivencia de esta especie.

Al igual que la arrau, la terecay es una especie aprovechada en la región desde hace cientos de años, por lo que se pudiera inferir que la alta proporción de juveniles de arrau se debe al programa de reforzamiento, ya que cada año se aumenta la clase correspondiente a un año de edad, para luego reclutar en las clases de edad subsiguientes.

Para determinar si existe preferencia en cuanto a las tallas para el consumo de terecay, en la Figura 6 se muestra la estructura de tallas de los ejemplares capturados, pero sin separar por sexo. Al comparar las Figuras 5 y 6 se observa que la distribución de tallas de las terecay capturadas y consumidas corresponden a ejemplares adultos, siendo la clase de tamaño más

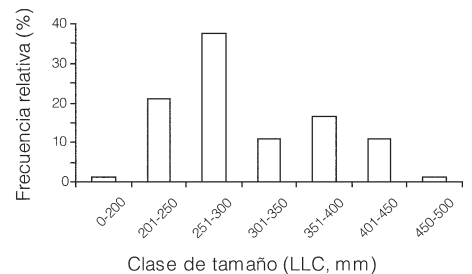


Figura 6. Distribución de tamaños (LLC) de terecay capturadas sin diferenciar sexos

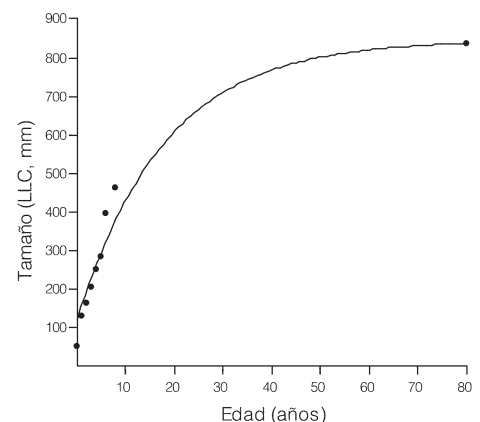


Figura 7. Curva de crecimiento estimada para arrau utilizando el programa Palaentological Statistics (Past) y aplicando el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.

consumida la correspondiente a hembras grandes y la más capturada coincide con machos y hembras adultas de tamaño mediano.

A diferencia de la arrau, con la terecay parece haber una preferencia por consumir hembras grandes, quizás debido que estas son más buscadas por su mayor tamaño y sus huevos. También hay que considerar que las terecay son frecuentemente capturadas cuando salen a poner sus huevos en caños y ríos, lo cual es considerablemente más difícil en el caso de la arrau, debido a las acciones de vigilancia en la zona.

#### Crecimiento

Ojasti (1971) estimó que hembras adultas de arrau crecen, en promedio, 5mm por año, mientras que las hembras jóvenes crecen unos 15mm. Estos resultados son previsible al considerar que el crecimiento de las tortugas es más rápido en la etapa juvenil, haciéndose más lento al alcanzar la madurez sexual (Bruce, 1979). En la Tabla IV se observa que al menos en los primeros 5 años la tasa de crecimiento anual de los ejemplares liberados es de 32-45mm; sin embargo, es recomendable aumentar el tamaño de la muestra de ejemplares de >4 años para poder hacer un análisis más confiable.

Aun se conoce poco de la tasa de crecimiento de la tortuga arrau, desconociéndose el tiempo que requieren en alcanzar la madurez sexual. Pritchard y Trebbau (1984), basándose en las líneas de crecimiento de un ejemplar juvenil, estiman que la madurez la alcanzan a los 15 años. Ojasti (1971) menciona que pescadores del Orinoco afirman que requiere de 7 años.

La edad de 17 años para alcanzar la madurez sexual, estimada en este trabajo, debe considerarse preliminar, debido a que se utilizaron sólo 3 ejemplares de edades >5 años (Tabla IV). Asimismo, debido a que se desconoce la edad en la cual la especie alcanza la talla máxima y considerando que otras especies de tortugas grandes pueden vivir más de 100 años, se asumió arbitrariamente para el modelo que la talla máxima registrada se alcanza a los 80 años. Al acumular mayor cantidad de datos, sobre todo de ejemplares de >5 años, se podrán obtener resultados más confiables. Aún así, esta estimación viene a ser la primera que se hace con ejemplares de *P. expansa* de edad conocida y capturados en el medio silvestre.

#### Evaluación del proyecto

Frazer (1997) menciona que los mejores modelos aplicados a especies de tortugas con larga vida y tardía madurez sexual, indican que los esfuerzos de conservación deben extenderse por décadas, por 70 años o más, antes de ver incrementos sustanciales en la población manejada. Considerando que en este estudio se estimó que la tortuga arrau en el Orinoco medio necesita 17 años para alcanzar la madurez sexual y que el programa de cría en cautiverio fue iniciado en 1992, los primeros ejemplares liberados aun no han logrado la madurez sexual. Por lo tanto, aun se debe esperar algunos años más para comenzar a ver los efectos iniciales en el reclutamiento de la clase reproductora y algunas décadas para observar aumentos significativos de la población adulta, más aun conociendo que existe en la región una fuerte tradición de consumo de esta especie, tanto de juveniles como de adultos (Hernández y Espín, 2003).

Por otra parte, el análisis de las estructuras de tallas de las poblaciones de arrau y terecay en el Orinoco medio permite comprobar que el programa de reforzamiento está logrando el objetivo de aumentar la generación de relevo de arrau, e igualmente se evidencia que la población de terecay en la región se encuentra en situación amenazada al no detectarse juveniles que aseguren la próxima generación de adultos. Esta situación ha sido probablemente el resultado de décadas de aprovechamiento desmedido de huevos y hembras adultas de terecay por parte de los habitantes de la región, lo cual impide el éxito reproductivo de la especie, por lo que se recomienda incorporar a la terecay en el programa de cría en cautiverio para reforzar su población.

Cabe destacar que gracias a la guardería que se realiza en el RFSTA, un logro importante de este programa de conservación ha sido el mantener estable el tamaño de la población adulta de arrau, asegurándose la producción de neonatos que luego de ser criados en cautiverio continuarán reforzando la población silvestre.

También se recomienda establecer en forma sistemática un índice de abundancia para la población juvenil, a fin de poder detectar cambios significativos en la población y que permita evaluar continuamente el programa y tomar medidas correctivas en caso de observarse disminución en la población juvenil.

Como conclusión general, se recomienda continuar con el programa de reforzamiento conjuntamente con una vigilancia más efectiva, para disminuir el consumo por parte de lugareños y realizar liberaciones de juveniles en otras áreas dentro de la zona de distribución natural de la especie, a fin de lograr establecer otras poblaciones reproductoras. Asimismo, debe ampliarse la extensión del RFSTA, el cual tiene una longitud de solo 25km a lo largo del río Orinoco, considerando la gran movilidad de los juveniles recién liberados, muchos de los cuales a los pocos días de su liberación salen del refugio y no tienen protección alguna.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Guillermo Barreto por su ayuda en el análisis estadístico y por la revisión y sugerencias al documento, a los funcionarios del MARN en el Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau por su colaboración, y al FONACIT por el financiamiento de esta investigación (Proyecto S1-97002706).

#### REFERENCIAS

- Bruce R (1979) Population ecology of freshwater turtles. En Harless M, Morlock H (Eds.) *Turtles: Perspectives and research*. Wiley. Nueva York, NY, EEUU. pp. 571-602.
- Caughley G (1977) *Analysis of vertebrate populations*. Wiley. Nueva York, NY, EEUU. 234 pp.
- Conover WJ (1971) *Practical nonparametric statistics*. Wiley. Nueva York, NY, EEUU. 462 pp.
- Danni T, Alho C (1985) Estudio Histológico da deferenciação sexual em tartarugas recém-eclodidas (*Podocnemis expansa*, Pelomedusidae). *Rev. Brasil. Biol.* 45: 365-368.
- Dodd CK, Seigel R (1991) Relocation, repatriation and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work?. *Herpetologica* 47: 336-350.
- Frazer N (1997) Turtle Conservation and Half-way technology: What is the problem? En *Conservation, restoration and Management of tortoise and turtle*. SUNY. Nueva York, NY, EEUU. pp 422-425.
- Gibbs J, Amato G (2000) Genetics and demography in turtle conservation. En Klemens M (Ed.) *Turtle conservation*. Smithsonian Institution. Washington, DC, EEUU. pp. 207-217.
- Hammer O, Herper DA, Ryan PD (2001) PAST: Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. *Palaeontología Electrónica* 4:9. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Hernández O, Espín R (2003) Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el Orinoco medio, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 23: 17-26.

- IUCN (1998) *Guidelines for Re-introductions*. IUCN. Gland, Suiza. 10 pp.
- Jiménez I (1996) Limitaciones de la reintroducción y cría en cautiverio como herramienta de conservación. *Vida Silvestre Neotropical* 5: 89-100.
- Klemens M, Thorbjarnarson J (1995) Reptiles as a food source. *Biodiv. Conserv.* 4: 281-298.
- Licata L, Elquezabal X (1997) Management plan for giant amazonian turtle, *Podocnemis expansa*, in De La Tortuga Arrau Wildlife Refuge, Orinoco river, Venezuela. En *Conservation, restoration and Management of tortoise and turtle*. SUNY. Nueva York, NY, EEUU. pp 171-173.
- Moll E, Moll D (2000) Conservation of river turtle. En Klemens M (Ed.) *Turtle conservation*. Smithsonian Institution. Washington, DC, EEUU. pp. 126-155
- Ojasti J (1967) Consideraciones sobre la ecología y conservación de la tortuga *Podocnemis expansa* (Chelonis, Pelomedusidae). Atlas do Simposio sobre a biota amazônica. *Conservação da Natureza e Recurso Naturais* 7: 201-206.
- Ojasti J (1971) La tortuga arrau del Orinoco. Un recurso impropriamente utilizado. *Defensa de la Naturaleza* 2: 3-9.
- Ojasti J (1995) *Uso y conservación de la fauna en la amazonía*. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima, Perú. 216 pp.
- Ojasti J (2000) *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SIMAB Series N° 5. Dalmeier F (Ed.). Smithsonian Institution/MAB. Washington, DC, EEUU. 290 pp.
- Pérez J (1990) *Aspectos básicos de la biología, ecología y valor socioeconómico del quelonio cabezón, Peltocephalus dumerilianus, (Schweiger) (Testudines, Pelomedusidae), en el territorio Federal Amazonas*. Tesis. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 210 pp.
- Pritchard P, Trebbau P (1984) *The turtles of Venezuela*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Ann Arbor, MI, EEUU. 403 pp.
- Roze J (1964) Pilgrim of the river. *Nat. Hist.* 73: 34-41.
- Seigel RA, Dodd CK (2000) Manipulation of turtle populations of conservation. En Klemens M (Ed.) *Turtle conservation*. Smithsonian Institution. Washington, DC, EEUU. pp. 218-238.
- Thorbjarnarson J, Lagueux C, Bolze D, Klemens M, Meylan A (2000) Human use of turtle: a worldwide perspective. En Klemens M (Ed.) *Turtle conservation*. Smithsonian Institution. Washington, DC, EEUU. pp. 33-84
- Vanzolini P (1977) A brief biometrical note on the reproductive biology of some South American *Podocnemis* (testudines, Pelomedusidae). *Papeis Avulsos Zoologia* 31: 79-102.
- Valenzuela N, Botero R, Martínez E (1997) Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from colombian amazonia. *Herpetologica* 53: 390-398.

## EFFECTS OF REINFORCEMENT ON THE ARRAU TURTLE (*Podocnemis expansa*) POPULATION IN THE MIDDLE ORINOCO, VENEZUELA

Omar Hernández and Rodolfo Espín

### SUMMARY

The *Podocnemis expansa* reinforcement program in the Middle Orinoco River, whereby 86677 juveniles bred in captivity were released into their natural habitat from 1993 to 2001, was assessed. In 1988, 2000 and 2001, 244 *P. expansa* and 73 *P. unifilis* individuals were collected along the Arrau Turtle Wildlife Refuge and its surroundings, using fishing nets. Statistically significant differences were found in the average length of *P. expansa* individuals captured during the three years, with average length increasing through the years. A high percentage of the captured *P. expansa* individuals belonged to the juvenile class, it being concluded that the release program of juveniles of this species has

effectively increased the proportion of this class, in contrast with the collected *P. unifilis* individuals, which were all adults. Based on the Von Bertalanffy model, it is inferred that in *P. expansa* the adult size is reached at 17 years old. The average length of the captured specimens did not differ in comparison with those consumed, concluding that the local population has no preference for a specific size, eating more frequently the most abundant sizes. Out of the *P. expansa* individuals caught, 96.83% were females, whereas the sex ratio for *P. unifilis* was 1:1. It is suggested that the *P. unifilis* population in the area could be in danger of extinction by the alleged absence of recruitment.

## EFEITOS DO ESQUEMA DE REFORÇO SOBRE A POPULAÇÃO DE TARTARUGAS ARRAU OU TARTARUGAS DO AMAZONAS (*Podocnemis expansa*) NO ORINOCO MÉDIO, VENEZUELA

Omar Hernández e Rodolfo Espín

### RESUMO

Avaliou-se o programa de esquema de reforço de *Podocnemis expansa* no rio Orinoco médio onde, entre 1993 e 2001, foram liberadas no meio natural um total de 86.677 juvenis criadas em cativeiro. Em 1998, 2000 e 2001, mediante o uso de redes de pesca foram coletados 244 indivíduos de *P. expansa* e 73 de *P. unifilis* no Refúgio da Fauna Silvestre da Tartaruga do Arrau (Amazonas) e seus arredores. Encontraram-se diferenças significativas entre os tamanhos médios dos exemplares de *P. expansa* capturados nos últimos três anos, observando-se um aumento no tamanho médio com o passar dos anos. Uma alta porcentagem dos exemplares capturados de *P. expansa* pertenciam à classe juvenil, do qual se infere que o programa de liberação de juvenis desta espécie

tem aumentado efetivamente sua proporção, em contraste com os exemplares de *P. unifilis* sob amostragem, todos pertencentes à classe adulta. Mediante o modelo de Von Bertalanffy se estimou que *P. expansa* alcança tamanho adulto aos 17 anos. Em ambas espécies se compararam os tamanhos médios dos exemplares capturados com o dos consumidos na região; concluiu-se que os habitantes locais não têm preferência por tamanho e consomem com maior frequência as mais abundantes. 96,83% dos exemplares capturados de *P. expansa* foram fêmeas, enquanto que a proporção de sexo para *P. unifilis* foi 1:1. Sugere-se que a população de *P. unifilis* na área pode estar em perigo de extinção por causa da suposta ausência de geração de relevo.